

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**PROYECTO TECNOLOGÍA HIDROPÓNICA - PRODUCCION DE JITOMATES
Y LECHUGAS**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

CÉSAR FRANCISCO MUNDO GUERRERO

MÉXICO D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ALUMNO: CÉSAR FRANCISCO MUNDO GUERRERO

Presente

El jurado está compuesto de los siguientes sinodales:

Presidente: **Isaías Alejandro Anaya y Durand**

Vocal: **José Agustín Texta Mena**

Secretario: **Joaquín Rodríguez Torreblanca**

Suplente: **Ezequiel Millán Velasco**

Suplente: **Manual Miguel López Ramos**

Lugar donde se desarrolló el tema:

1. Facultad de Química
2. Área hidropónica 01, (Terraza prestada para el proyecto) – 3ª Cerrada de Guillermo Prieto No. 12, Colonia Cuajimalpa, Delegación Cuajimalpa, México D.F.

Asesor: **Isaías Alejandro Anaya y Durand**

Firma: _____

Alumno: **César Francisco Mundo Guerrero**

Firma: _____

Índice

1) Introducción

1.1) Objetivo

1.1.1) Condiciones actuales y problemas a resolver

1.2) Ingeniería de proyectos

1.2.1) Definiciones

1.2.2) Tipos de proyectos

1.2.3) Etapas de un proyecto

1.3) Desarrollo sustentable

1.3.1) El concepto de desarrollo sustentable

1.3.2) Principios del desarrollo sustentable

1.3.3) Sustentabilidad

1.3.4) Sustentabilidad alimenticia

1.4) Introducción a la hidroponía

1.4.1) Definición de hidroponía

1.4.2) Métodos hidropónicos

1.4.3) Cultivos alternativos

2) Marco Teórico

2.1) Ingeniería de proyectos

2.1.1) El perfil del proyecto

2.1.1.1) Proyectos sociales

2.1.1.2) Proyecto productivo o de servicio

2.1.2) Estudio de factibilidad

2.1.2.1) Definiciones

2.1.2.2) Introducción

2.1.2.3) Resumen del proyecto

2.1.2.4) Objetivo y justificación

2.1.2.5) Estudio de mercado

2.1.2.6) El tamaño del proyecto

2.1.2.7) Localización del proyecto

2.1.2.8) ¿Cómo seleccionar la mejor alternativa de localización?

2.1.3) Ingeniería del proyecto

2.1.3.1) Descripción del producto o servicio

2.1.3.2) Suministros e insumos

2.1.3.3) Proveedores de los suministros e insumos

2.1.3.4) Tecnología

2.1.3.5) Proceso productivo

2.1.3.6) Diagrama de proceso

2.1.3.7) Plan de producción

2.1.3.8) Programa de producción

2.1.3.9) Política de inventario

2.1.3.10) Requerimientos de maquinaria y equipo

2.1.3.11) Flexibilidad de la maquinaria

2.1.3.12) Requerimientos de agua potable y energía

2.1.3.13) Organización de la empresa

2.1.3.14) Requerimiento de espacio

2.1.3.15) Distribución en planta

2.1.4) Presupuesto de inversiones

2.1.4.1) ¿Por qué se invierte? ¿por qué son necesarios los proyectos?

2.1.4.2) Ampliación de instalaciones.

2.1.4.3) Proyecto nuevo.

2.1.4.4) Cronograma de inversiones.

2.1.5) Financiamiento del proyecto

2.1.5.1) Determinar las necesidades del financiamiento.

2.1.5.2) Identificar las posibles fuentes de financiamiento.

2.1.5.3) Análisis de las alternativas.

2.1.5.4) Cálculo de cuota.

2.1.5.5) Cuadros de proyecciones financieras

2.1.5.6) Estado de resultados proforma

2.1.5.7) Flujo de fondos o balance monetario

2.1.5.8) El valor de salvamento

2.1.5.9) Balance general proyectado

2.1.6) Presupuesto de costos

2.1.6.1) Costos de producción

2.1.6.2) Costos y gastos de fabricación

2.1.6.3) Gastos de venta

2.1.6.4) Gastos de administración

2.1.6.5) Gasto financiero

2.1.6.6) Presentación del presupuesto de costos

2.1.6.7) Costo unitario

2.1.6.8) Costos fijos y variables

2.1.7) Las ventas

2.1.7.1) El precio de venta

2.1.7.2) Matriz del precio de venta

2.1.8) El punto de equilibrio

2.1.8.1) Análisis de sensibilidad

2.1.9) Evaluación de proyectos

2.1.9.1) Evaluación contable

2.1.9.2) Evaluación financiera

2.1.10) Evaluación social de proyectos

2.1.10.1) Efectos sobre el empleo

2.1.10.2) Distribución

2.1.10.3) Efectos sobre divisas

2.1.10.4) Competencia internacional

2.1.11) Evaluación del impacto ambiental del proyecto

2.1.11.1) Definición de estudio del impacto ambiental.

2.1.11.2) Objetivo de la evaluación del impacto ambiental.

2.1.11.3) Aspectos ecológicos y ambientales

2.1.11.4) Determinación de obras, procesos y/o medidas de protección ambiental de los impactos ambientales relevantes.

2.1.11.5) Plan de implementación de las medidas de mitigación.

2.1.11.6) Costos de obras, procesos y/o medidas de protección ambiental y del plan de monitoreo.

2.1.11.7) Plan de monitoreo ambiental.

2.1.11.8) Evaluación técnica-legal del estudio de impacto ambiental por las autoridades correspondientes

2.2) Hidroponía

2.2.1) Que es la hidroponía?

2.2.2) Historia de la hidroponía

2.2.3) Ventajas en el uso de la hidroponía

2.2.4) Desventajas en el uso de la hidroponía

2.2.5) Tabla comparativa de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo

2.2.6) Alternativas de uso

2.3) Requerimientos

2.3.1) Generalidades

2.3.2) Luz

2.3.3) Agua

2.3.4) Nutrientes

2.3.5) Aire

2.3.6) Sustrato

2.3.7) Temperatura

2.4) Plántulas, población y cosecha.

2.4.1) Producción de plántulas

2.4.2) Población de plantas

2.4.3) La cosecha

2.5) Sistemas hidropónicos

2.5.1) Principales sistemas utilizados en la hidroponía

2.5.2) Sistema flotante

2.5.4) El sistema NFT

2.6) Solanumlycopersicum (Jitomate)

2.6.1) Sobre el jitomate

2.6.2) Orígenes

2.6.3) Su llegada a Europa

2.6.4) Nombre y origen del tomate rojo (jitomate/tomate) en México

2.6.5) Composición y valor nutricional

2.6.6) Productos basados en el tomate

2.6.7) Producción mundial y exportaciones

2.6.8) Requerimientos del cultivo

2.6.9) Variedades cultivadas

2.6.10) Clasificación de las variedades por su hábito de crecimiento

2.6.11) Récorde del jitomate

2.6.12) Los tomates silvestres

2.6.13) Distribución y hábitats

2.6.14) Descripción

2.6.15) Diversidad, genética y evolución del modo de reproducción

2.6.16) Listado de especies, sus sinónimos y algunas de sus características

2.6.17) Genómica del jitomate

2.6.18) Jitomate transgénico

2.6.19) Toxicidad del jitomate

2.7) Lactuca Sativa (Lechuga)

- 2.7.1) Sobre la Lechuga**
- 2.7.2) Descripción de la lechuga**
- 2.7.3) Variedades de lechugas**
- 2.7.4) Enfermedades**
- 2.7.5) Plagas**
- 2.7.6) Cultivo y usos**
- 2.7.7) Nutrición**
- 2.7.8) En medicina**
- 2.7.9) Higiene**

2.8) Enfermedades de cultivos hidropónicos

- 2.8.1) Introducción**
- 2.8.2) Problemas fitosanitarios más comunes**
- 2.8.3) Hongos**
- 2.8.4) Bacterias**
- 2.8.5) Virus**
- 2.8.6) Diagnóstico**
- 2.8.7) Control**
- 2.8.8) Control cultural**
- 2.8.9) Empleo de genotipos resistentes o tolerantes**
- 2.8.10) Control químico**
- 2.8.11) Control biológico**
- 2.8.12) Manejo integrado**
- 2.8.13) Enfermedades de importancia en el jitomate**
- 2.8.14) Control de enfermedades durante la germinación y desarrollo de la plántula**
- 2.8.15) Tratamiento para las enfermedades damping-off**
- 2.8.16) Problemas de la germinación**

3) Diseño Experimental y/o Metodología

3.1) Estudio de factibilidad

3.1.1) Resumen del proyecto

3.1.2) Especificaciones generales

3.1.3) Insumos, suministros y requerimientos

3.1.4) Mano de obra

3.1.5) Evaluación del impacto ambiental

3.2) Estudio de mercado

3.2.1) Información general

3.2.2) Descripción del mercado

3.2.3) Características de mercado específico

3.3) Ingeniería del proyecto

3.3.1) El proceso Tecnológico

3.3.2) Diagrama de proceso

3.3.3) Uso de la capacidad instalada óptima

3.3.4) Fuentes de abastecimiento (suministros e insumos)

3.3.5) Operación

3.3.6) Plan de producción

3.3.7) Política de inventario

3.3.8) Requerimientos de maquinaria y equipo

3.3.9) Capacidad de producción por unidad hidropónica

3.3.10) Características empresariales

3.3.11) Requerimientos de espacio

3.3.12) Distribución física de áreas

3.4) Análisis financiero

3.4.1) Presupuesto de inversiones

3.4.2) Proyecciones financieras

3.4.3) Financiamiento del proyecto

3.4.4) Tabla de amortización

3.4.5) Tabla de costos

3.4.6) Costo unitario

3.4.7) Precio de venta

3.4.8) Punto de equilibrio

3.4.9) Valor Actual Neto (VAN)

3.4.10) Tasa Interna de Retorno (TIR)

3.4.11) Tasa Anual Equivalente (TAE)

3.5) Evaluación social del proyecto

3.5.1) Efectos sobre el empleo

3.5.2) Distribución

3.5.3) Efectos sobre Divisas

3.5.4) Competencia Internacional

3.6) Evaluación ambiental del proyecto

3.6.1) Aspectos Ecológicos y Ambientales

3.6.2) Impactos ambientales

3.6.3) Determinación de obras, procesos y/o medidas de protección ambiental de los Impactos ambientales relevantes

3.6.4) Plan de implementación de las medidas de mitigación

3.6.5) Plan de monitoreo ambiental

3.7) Etapas del proyecto

- 3.7.1) Planeación**
- 3.7.2) Acuerdo con el cliente**
- 3.7.3) Levantamientos de campo**
- 3.7.4) Revisión y aprobación por parte del cliente**
- 3.7.5) Acondicionamiento de espacio**
- 3.7.7) Adquisición de materiales**
- 3.7.8) Instalación de soportería y techo**
- 3.7.9) Montaje de unidades hidropónicas**
- 3.7.10) Producción de plántulas**
- 3.7.11) Instalación de especímenes**
- 3.7.12) Arranque, inspección, mantenimiento y operación**
- 3.7.13) Firma de conformidad por parte del cliente**
- 3.7.14) Captura y difusión**
- 3.7.15) Etapa suplementaria: Curación y remediación de cultivos**

4) Resultados y discusión

4.1) Resultados generales

4.2) Producción

4.3) Ganancias y ventas

4.4) Discusión

5) Conclusiones

5.1) Aspectos notables

5.1.1) Aspectos generales

5.1.2) El cultivador

5.1.3) Técnica

5.2) Operabilidad

5.2.1) Aislamiento del exterior

5.2.2) Sistema de circulatorio de disolución nutritiva

5.2.3) Sustrato, filtración y drenaje

5.2.4) Versatilidad

5.3) Mejoras

5.3.1) Presupuesto

5.3.2) Calidad del agua

5.3.3) Composición de la disolución nutritiva

5.3.4) Aislamiento del exterior

5.3.5) Intensidad de radiación

5.3.6) Automatización

5.3.7) Disposición de desechos

5.4) Principales beneficios de la hidroponía

5.4.1) Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación

5.4.2) Reducción de costos de producción.

5.4.3) Permite la producción de semilla pre-adaptada

5.4.4) Independencia de los fenómenos meteorológicos

5.4.5) Permite producir cosechas en contra estación

5.4.6) Menos espacio y capital para una mayor producción

5.4.7) Limpieza e higiene en el manejo del cultivo

5.4.8) Mayor precocidad de los cultivos

5.4.9) Alto porcentaje de automatización

5.4.10) Beneficios adicionales de la hidroponía

5.5) Conclusiones finales

5.5.1) Enseñanzas de la experiencia

5.5.2) Innovación, imprevistos y resolución de problemas

5.5.3) Apreciaciones finales

6) Bibliografía

1) Introducción

1.1) Objetivo

1.1.1) Condiciones actuales y problemas a resolver

Actualmente existe una carencia alimentaria alrededor del mundo, en muchos lugares existen personas que no tienen una correcta cantidad y calidad de alimentos, debido a las políticas alimenticias, muchas veces se prefiere tirar la comida o desperdiciarla, esto es desde todos los puntos de vista incorrecto y algo debe hacerse para lograr el objetivo de que todas las personas tengan una cantidad y calidad adecuada de alimentos para un funcionamiento óptimo del cuerpo humano y poder tener un avance notable en la calidad de vida de la población mundial.

La inquietante e inminente realidad es que la creciente demanda de alimentos es cada vez menos suficiente y de menor calidad a altos costos, con lo cual se hace cada vez más necesaria la producción de alimentos de buena calidad, en gran cantidad y sobre todo en el menor espacio posible.

El espacio disponible para cultivar se vuelve cada vez más escaso y por lo mismo su costo es cada vez mayor, lo que no es bueno para el negocio de la producción de frutas y verduras.

También en la actualidad existe el problema de la contaminación de los alimentos, el cual aumenta su gravedad y parece no querer disminuir, lo que podemos hacer al respecto es controlar la calidad de las materias primas así como las condiciones de producción de los alimentos que consumimos.

1.2) Ingeniería de proyectos:

1.2.1) Definiciones

Existen varias definiciones sobre lo que significa un proyecto, entre las que se pueden analizar las siguientes:

“Proyecto, es una inversión planeada de una actividad, con el objetivo de crear o ampliar una empresa o institución para producir bienes o servicios”

“El estudio que trata de configurar la realización concreta de parte de un determinado programa de inversiones, de organización, etc. y que debe someterse a una evaluación”.

“Es un conjunto de acciones que son necesarias realizar para alcanzar un objetivo previamente establecido, limitado por parámetros, temporales, tecnológicas, políticas, institucionales, económicas y ambientales”.

Todos los proyectos se planifican, desde los más sencillos como crear una estructura extra en la empresa, como la producción de hortalizas en una zona para satisfacer una demanda que podría llevar componentes como sistemas de riego, política de crédito, tecnificación de los agricultores, etc.

1.2.2) Tipos de proyectos

Proyectos Agropecuarios

Estos proyectos abarcan todo el área de la producción animal y vegetal, así se tienen proyectos agrícolas ya sea para cultivos de larga vida como el café, y proyectos de ciclo corto como el algodón. Mientras que los proyectos de origen animal se refieren a la producción de leche, granjas avícolas, etc.

Proyectos industriales

Estos proyectos están constituidos por la manufactura, una combinación entre hombre y maquina, y se caracterizan porque compran o adquieren la materia prima en el mercado nacional o internacional, haciendo uso de máquinas y equipo para lograr la transformación.

Proyectos Agro-Industriales

Se entiende por agroindustria y más propiamente industria agropecuaria a “aquella actividad productiva que añade los primeros procesos industriales a productos de origen agropecuario”.

Proyecto de Infraestructura Económica

Están constituidos por aquellos que dan a la actividad económica ciertos bienes o servicios como: Energía eléctrica, Transporte y comunicaciones, construcción, ferrocarriles, puertos y navegación, centrales eléctricas, sistema de telecomunicaciones y de información.

Proyectos de infraestructura Social

El objetivo es atender las necesidades básicas de la población como: salud, educación, abastecimiento de agua, viviendas y líquidos residuales, sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos (relleno sanitario e incineración) y ordenamiento espacial urbano y rural.

Proyectos de Servicio

Son aquellos que prestan servicios de carácter personal, material o técnico, tanto a nivel profesional o a través de instituciones. Incluye consultorías, investigaciones técnicas, comercialización de productos y servicios sociales que no estén incluidos en la infraestructura social.

1.2.3) Etapas de un proyecto

La finalidad de todo proyecto como documento de análisis, es aportar elementos de juicio para la toma de decisiones sobre su ejecución o sobre el apoyo que debiera prestar para su realización.

En la elaboración de todo proyecto se pueden diferenciar las siguientes etapas:

- Idea del Proyecto.
- Estudio de Identificación.
- Perfil del Proyecto.
- Estudio de Factibilidad.
- Ejecución del Proyecto.
- Operación o Funcionamiento.

Idea del proyecto

La creación de un proyecto surge con la idea de satisfacer una necesidad mediante la creación de un bien o servicio, aprovechando la necesidad existente en un “nicho de mercado”. Cualquier persona puede imaginarse como generar un servicio o un bien al notar una necesidad. Es así como surgen los proyectos. En esta parte se le da nombre al proyecto, objetivo general y específico, justificación, descripción del proyecto, se estiman inversiones globales y posibles fuentes de financiamiento, ya sean propias o externas.

Estudio de identificación

La identificación de la idea de un proyecto, responde básicamente a las preguntas ¿qué producir? y ¿para quién producir?, cuyas respuestas involucran aspectos del mercado tales como demanda y oferta, precios, etc.

Los estudios de identificación tienen por objetivo tratar de detectar en primer lugar si la idea del proyecto es o no factible realizar.

Las investigaciones que se realizan en esta fase son de carácter preliminar, por lo tanto no poseen la profundidad de los estudios que siguen.

Investigación de Mercado

Por su carácter preliminar, constituye un sondeo de mercado, antes de incurrir en costo innecesario, se decide si conviene continuar con las fases siguientes del estudio del proyecto.

Por medio de este sondeo del mercado, se deberá investigar si existe demanda insatisfecha, la cual se puede evidenciar por medio de los siguientes indicadores:

- Precios muy altos con relación a sus costos.
- La existencia de controles de costos
- La existencia de racionamiento
- Capacidad instalada ociosa.

1.3) Desarrollo sustentable

1.3.1) El concepto de desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable es por sí un concepto difícil de definir; además está evolucionando continuamente, lo cual lo hace doblemente difícil de definir.

Una de las descripciones originales del desarrollo sustentable se atribuye a la Comisión Brundtland: “El desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987, pg. 43). Por lo general, se considera que el desarrollo sustentable tiene tres componentes: medio ambiente, sociedad y economía. El bienestar en estas tres áreas está entrelazado, y no es independiente. Por ejemplo, una sociedad saludable y próspera depende de un medio ambiente sano para que le provea de alimentos y recursos, agua potable, y aire limpio para sus ciudadanos.

El paradigma de la sustentabilidad rechaza el argumento de que las pérdidas en los ámbitos ambiental y social son consecuencias inevitables y aceptables del desarrollo económico. Por tanto, los autores consideran a la sustentabilidad como un paradigma para pensar en un futuro en el que las consideraciones ambientales, sociales y económicas se balanceen en la búsqueda del desarrollo y una mejor calidad de vida.

1.3.2) Principios del desarrollo sustentable

Muchos gobiernos e individuos han ponderado el significado del desarrollo sustentable más allá de una definición simple de un solo enunciado. La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo enriquecen la definición con un listado de 18 principios de sustentabilidad:

- Las personas tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.
- El desarrollo hoy día no debe socavar las necesidades ambientales y de desarrollo de las generaciones presentes y futuras.
- Los países tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos, pero sin causar daños ambientales más allá de sus fronteras.
- Las naciones deben desarrollar leyes internacionales para ofrecer compensaciones por el daño que las actividades bajo su control causen en áreas más allá de sus fronteras.

- Los países deben utilizar un enfoque precautorio para proteger el medio ambiente. Donde existan amenazas de daño serio o irreversible, no debe usarse la incertidumbre científica para posponer la implantación de medidas costo-efectivas para prevenir la degradación ambiental.
- Para lograr el desarrollo sustentable, la protección ambiental debe constituir una parte integral del proceso de desarrollo, y no se puede considerar como un elemento aislado. Es esencial erradicar la pobreza y reducir las disparidades entre los estándares de vida en diferentes partes del mundo para lograr el desarrollo sustentable y satisfacer las necesidades de la mayoría de las personas.
- Las naciones deberán cooperar para conservar, proteger y restaurar la salud e integridad del ecosistema de la Tierra. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que tienen en la búsqueda internacional del desarrollo sustentable en vista de las presiones que sus sociedades imponen al medio ambiente global y de las tecnologías y recursos financieros que dominan.
- Los países deben reducir y eliminar los patrones no sustentables de producción y consumo, así como promover políticas demográficas apropiadas.
- Las cuestiones ambientales se manejan mejor con la participación de todos los ciudadanos interesados. Las naciones deberán facilitar y fomentar la conciencia y participación pública poniendo la información ambiental a disposición de todos.
- Los países deberán decretar leyes ambientales efectivas, y desarrollar leyes nacionales sobre las obligaciones legales para con las víctimas de la contaminación y otros daños de carácter ambiental. En donde tengan autoridad, los países deberán evaluar el impacto ambiental de actividades propuestas que tengan un potencial y significativo impacto adverso.
- Los países deberán cooperar para promover un sistema económico internacional abierto que lleve al crecimiento económico y desarrollo sustentable de todos los países.
- Las políticas ambientales no deben utilizarse como un medio injustificado de restringir el comercio internacional.
- En principio, el que contamina debe asumir el costo de la contaminación.
- Las naciones deberán alertarse unas a otras acerca de desastres naturales o actividades que pudieran tener impactos transfronterizos peligrosos.
- El desarrollo sustentable requiere de un mejor entendimiento científico de los problemas. Los países deben compartir conocimientos y tecnologías innovadoras para lograr la meta de la sustentabilidad.
- La participación completa de las mujeres es esencial para lograr el desarrollo sustentable. También se necesitan la creatividad, ideales y valor de la juventud y el conocimiento de los grupos

indígenas los países deben reconocer y apoyar la identidad, cultura e intereses de los grupos indígenas.

- La guerra es inherentemente destructiva del desarrollo sustentable, y las naciones deberán respetar las leyes internacionales que protegen al medio ambiente en tiempos de conflictos armados, y deberán cooperar para que dichas leyes se sigan estableciendo.

- La paz, el desarrollo y la protección ambiental son interdependientes e indivisibles.

Los “principios de Río” nos dan los parámetros para visualizar un desarrollo sustentable culturalmente adecuado y localmente relevante para nuestros países, regiones y comunidades.

Estos principios nos ayudan a comprender el concepto abstracto del desarrollo sustentable y comenzar a modificarlo e implantarlo en nuestro entorno más próximo.

1.3.3) Sustentabilidad

A continuación se presentan algunas explicaciones efectivas sobre el desarrollo sustentable:

El desarrollo sustentable tiene 3 componentes: el medio ambiente, la sociedad y la economía. Si se considera a los tres como círculos del mismo tamaño que se sobreponen, el área de traslape en el centro es el bienestar humano. En la medida en que el medioambiente, la sociedad y la economía se alinean más, el área de traslape aumenta, al igual que el bienestar humano.

La Reunión Nacional sobre Sustentabilidad (Mayo 1999), celebrada en Detroit, Michigan, estableció que el aunque el término “desarrollo sostenible” se usa con frecuencia, no se entiende bien. Creemos que significa nuevas tecnologías y nuevas formas de hacer negocios, lo que nos permite mejorar la calidad de vida actual en las dimensiones económica, ambiental y social, sin dañar la capacidad de las generaciones futuras de disfrutar de una calidad de vida y oportunidades al menos tan buenas como las que tenemos nosotros.

La comunidad de derechos humanos dice que la sustentable se logra y se mantiene por medio de la paz, la justicia y la democracia.

La Gran Ley del Hau de no saunee (Confederación de Seis Naciones Iroquis) dice que en cada deliberación debemos considerar el impacto en la séptima generación.

Los maestros de economía dicen que la sustentabilidad es vivir de los intereses en lugar del capital.

1.3.4) Sustentabilidad alimenticia

El objetivo es en nuestro caso lograr la sustentabilidad alimenticia, para poder ser lo más independiente posible de los medios exteriores, es por eso que se desarrollaron los medios de cultivo de alimento, ya se trate de plantas o animales.

En nuestro caso nos enfocaremos a las plantas, al principio se desarrollo la agricultura y con el paso del tiempo se ha ido mejorando hasta llegar a la hidroponía, fue ganando independencia y mayor control en el proceso del cultivo de plantas.

El ser humano desde sus inicios ha practicado el cultivo de plantas, ya sea de manera directa o indirecta, antiguamente no se tenía conciencia de este proceso y se participaba en el de una forma natural, como cualquier animal que coma semillas o las disperse de algún modo, cuando el ser humano se dio cuenta de que podía hacer crecer solamente el tipo de plantas que le interesaba, se creó la agricultura, la cual hizo un cambio notable en toda la humanidad, mejoró la forma de alimentarnos y también mejoró nuestra calidad de vida, así mismo si seguimos mejorando nuestra forma de producir mejores alimentos totalmente naturales, nuestra calidad de vida se elevará y también la de toda la humanidad.

1.4) Introducción a la hidroponía

1.4.1) Definición de hidroponía

La palabra hidroponía se deriva del griego “Hydros” (agua) y “Ponos” (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua, se trata de un sistema eficiente para producir verduras, frutas, flores, hierbas aromáticas, ornamentales de excelente calidad en espacios reducidos sin alterar, ni agredir el medio ambiente.

La técnica de la hidroponía se ha desarrollado a partir de los descubrimientos hechos en las experiencias llevadas a cabo para determinar qué sustancias hacen crecer las plantas y cuál es su composición.

Este trabajo del análisis de los componentes comenzó hacia 1600, pero existen pruebas de que este tipo de cultivo ya se practicaba mucho antes como en los Jardines Colgantes de Babilonia, los Jardines flotantes aztecas y los jardines de la China Imperial.

Los plásticos liberaron a los agricultores de las costosas construcciones, unidas a las bancadas de hormigón y tanques utilizados hasta entonces, los cultivos hidropónicos han llegado a ser una realidad hoy en día para los cultivadores en invernadero, en todo tipo de áreas climáticas, existiendo grandes instalaciones hidropónicas a través del mundo, de todas las especies de plantas.

1.4.2) Métodos hidropónicos

Lo que se propone en este proyecto es una técnica de cultivo sin tierra que permite optimizar el espacio y todos los recursos que se requieren para el cultivo del jitomate y la lechuga, tiene como finalidad el producir alimentos de excelente calidad y un bajo costo en el mismo lugar donde se van a consumir, se trate de casas, restaurantes, fábricas, o donde sea.

Muchos de los métodos hidropónicos actuales emplean algún tipo de sustrato, como grava, arenas, poliestireno expandido, piedra pómez, serrines, arcillas expansivas, carbones, cascarilla de arroz,

etc., a los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de la planta.

Existen varias técnicas de cultivo hidropónico, por ejemplo, el cultivo en sustrato húmedo, el cultivo en inmersión, cultivo en tubería, cultivo tipo “Dutch-Bowl” ó inmersión intermitente , e incluso existen variaciones a la hidroponía como la aeroponía, que es el cultivo en aire saturado de agua, lo que permite una máxima oxigenación de las raíces, pero así mismo exige una eficiencia muy alta para controlar todos los factores, se debe contar con equipos de respaldo, ya que si las raíces de una planta se secan, esta morirá en poco tiempo.

En nuestro caso vamos a trabajar con “Solanum lycopersicum” o mejor conocido como jitomate, así como con “Lactuca sativa” mejor conocida como lechuga, este proyecto es muy flexible ya que puede adaptarse a cualquier tamaño de área y tipo de cultivo que se desee tener, con sus respectivas modificaciones en cada caso.

1.4.3) Cultivos alternativos

Los cultivos hidropónicos suponen quizá la alternativa más viable para las necesidades de una agricultura de elevada productividad y con poca disponibilidad de espacio A continuación se incluye una tabla comparativa de los rendimientos de diferentes cultivos según el método tradicional o el sistema de cultivo hidropónico:

	Cultivo Normal	Cultivo Hidropónico
Soja	600 lb	1500 lb
Guisantes	1 t	9 t
Trigo	600 lb	4100 lb
Arroz	1000 lb	5000 lb
Avena	1000 lb	2500 lb
Remolacha	4 t	12 t
Patatas	8 t	70 t
Coles	13000 lb	18000 lb
Lechuga	9000 lb	21000 lb
Tomate	5-10 t	60-300 t
Pepinos	7000 lb	28000 lb

Así mismo se busca respaldar todos los resultados con hechos y poder así comprobar su eficiencia, con el objetivo de seguir corrigiendo los errores y mejorando cada vez más el proyecto.



2) Marco Teórico

2.1) Ingeniería de proyectos

2.1.1) El perfil del proyecto

Muchos proyectos son evaluados para financiamiento a nivel de perfil, dependiendo muchas veces del monto de la inversión. Se tienen proyectos sociales y económicos a nivel de perfil.

2.1.1.1) Proyectos sociales

Estos proyectos los genera el gobierno o un ente con finalidad social.

El contenido de un proyecto social puede establecerse de la siguiente manera:

Nombre del Proyecto

Debe nombrarse el proyecto y el lugar donde se ejecutará, por ej. *Proyecto de remodelación del Aeropuerto Internacional de Barajas en Madrid, España.*

Descripción del Proyecto

Menciona el nombre del proyecto, así como las obras a desarrollar a nivel general, cuantificando los beneficiados, así como el monto estimado y las posibles fuentes de financiamientos.

Justificación del Proyecto

Se justifica el proyecto realizando un análisis de la situación actual y los beneficios que llevaría al área donde se ejecutaría, el número de personas beneficiadas y los problemas o necesidades que se solventarían y que además se evitarían en el futuro.

Estudio del Mercado

El objetivo de estudio de mercado, es determinar muy puntualmente la zona que se atendería con los servicios mencionados anteriormente.

Área de influencia del proyecto

Se refiere a la zona que tendrá efecto el proyecto, sirviendo de base para hacer el estudio de mercado en el área de influencia del proyecto.

Demanda del Proyecto

Se debe describir y cuantificar la cantidad de personas que requieren de la realización del proyecto, y que serán los beneficiarios directos del mismo.

Debe distinguirse el segmento de mercado o las características de la población que recibirán el producto o servicio.

Población Total Por Sexo y Edad

La población actual puede representarse en un cuadro como el siguiente:

Edad (Años)	H	M	Total	%
A				
B				
C				
Total				

Esta población debe proyectarse para cualquier número de años, considerando la tasa de crecimiento de esta, tomando como base el total de la población del cuadro anterior utilizando la fórmula.

Población Futura = Población Base (1+i) n

Donde:

La **i** representa la tasa de crecimiento de la población

Y **n** el número de años según se quiera ir proyectando.

Los porcentajes determinados en el cuadro anterior pueden aplicarse a las poblaciones futuras según las edades.

Localización del proyecto

Para localizar el proyecto, se debe considerar la factibilidad de acceso para llegar, usando los diferentes medios de transporte; analizar también la existencia de agua, energía y telefonía. Todos estos factores benefician la existencia de un proyecto.

Tamaño del proyecto

Se establece la cantidad de obra a realizar o la capacidad de abastecimiento en la unidad de tiempo, mencionando también el número de personas a beneficiar tanto en el presente como en el futuro, y se puede realizar en forma mensual o anual.

Ingeniería del proyecto

Se determinan todos los recursos que se necesitaran para operar el proyecto.

Reflexionar sobre las obras a realizar para las construcciones, equipo y recurso humano necesario para cada servicio a ofrecer. Determinar las áreas para cada servicio, y luego cuantificarlas, y de ser necesario, elaborar los planos de construcción.

Inversiones

Establecidos todos los recursos necesarios para la operación normal del proyecto, se hace necesario cuantificarlos, y determinar cuánto se va a invertir, la forma como se financiará, todos estos elementos que se mencionaron se les llama inversiones fijas y se mantiene durante a vida útil del proyecto.

Se deberá cuantificar bienes muebles e inmuebles, tales como: el terreno, construcciones, equipamiento, herramientas y otros. Las inversiones normalmente se colocan en el año cero (0), cuando se determina de una vez la inversión, aunque pueden planificarse hacer más inversiones durante su vida útil del proyecto.

Costos de operación

El proyecto para su funcionamiento, necesitara de trabajadores, mantenimiento, equipo de oficina, papelería, agua, energía, teléfono, etc. Estos costos se consumen mensualmente, por lo que hace necesario considerarlos dentro del rubro de costos.

Financiamiento

Se debe estimar la forma como se financiará la inversión de todo el proyecto, ya sea con fondos propios, préstamos bancarios, cooperación de entidades nacionales e internacionales, etc. Toda esta información puede vaciarse en un cuadro resumen donde se represente fuentes y montos facilitados.

Presupuesto de efectivo

Acá se debe establecer los flujos mensuales y anuales de efectivo que tendrá el proyecto, con lo que se podrá determinar necesidades de dinero en períodos muy puntuales dentro de la vida útil del proyecto.

Evaluación del proyecto

Cuando el proyecto es social, es decir los costos de operación superan a los ingresos, se evalúa utilizando la *fórmula del costo anual equivalente*, lo que se verá en lecciones posteriores.

Indicadores económicos

También debe cuantificarse la relación que existe entre la inversión y el número de beneficiarios, el costo de mantenimiento por familia o habitantes, etc.

2.1.1.2) Proyecto productivo o de servicio

Normalmente este tipo de proyecto lo representa un ente o empresa privada, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

Estudio de Mercado

Se describe el producto, sus usos o aplicaciones, información de la oferta, demanda, precios, productos sustitutos, etc. Además se realizan proyecciones de la oferta y la demanda, determinando si existe déficit

Área y Localización del Proyecto

El área se refiere al lugar donde tendrá mayor impacto los beneficios de la realización del proyecto. En la localización se indica la dirección exacta, las bondades o ventajas que ofrece el proyecto al ubicarlo en esa dirección o zona, así como mencionar si el lugar donde se ejecutara el proyecto cuenta con el servicio de energía, agua, vías de acceso, teléfono y otros aspectos para que el proyecto funcione normalmente.

Tamaño del Proyecto

Se refiere a la cantidad de bienes y servicios a elaborar en la unidad de tiempo. Puede mencionarse la capacidad actual y futura si el proyecto se lleva a cabo.

Ingeniería del Proyecto

Establecer los recursos necesarios para que funcione el proyecto, ya sean construcciones, recursos humanos, maquinaria, equipo y herramientas, etc.

Inversiones

Se determina el monto de las inversiones, incluyendo inversiones fijas y capital de trabajo. Además, se sugiere elaborar un cuadro resumen de inversiones, indicando el monto de la inversión así como sus precios respectivos.

Financiamiento

Preparar el cuadro de amortización de la deuda, de acuerdo a la institución donde se haya solicitado financiamiento.

Costo de Operación

Es necesario determinar los costos de operación del proyecto, para determinar su rentabilidad y conocer el punto de equilibrio, donde no se obtiene ni utilidad ni pérdida.

Flujo de Efectivo

Para analizar los ingresos y egresos líquidos que se van obteniendo a lo largo del desarrollo del proyecto.

2.1.2) Estudio de factibilidad

2.1.2.1) Definiciones

Generalmente, un estudio de factibilidad de un proyecto contiene los siguientes elementos:

Resumen de Proyecto

Presenta los contenidos más importantes de la realización del proyecto.

Estudio de Mercado

Acá se realizan análisis de la demanda de los productos o servicios del proyecto en estudio, así como estudios de los requerimientos de materia prima para el procesamiento, características y precios del producto o servicio, problemas en los canales de comercialización, etc.

Tamaño del Proyecto

Se determina la cantidad de bienes o servicios a producir en la unidad de tiempo, tomando como base a la cantidad técnica, mercado y localización del mismo.

Localización del Proyecto

Se debe tomar en cuenta, tanto la macro y como la microlocalización, así como los aspectos que influyen en el proyecto, como la energía eléctrica, agua, vías de acceso, teléfono, mano de obra y mercado.

Ingeniería del Proyecto

Se refiere a los elementos técnicos del proyecto, tales como: procesos, especificaciones de materia prima, recursos humanos, construcción, planos y distribución en planta.

Inversiones

Se establecen los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. En las inversiones se cuantifica en cantidades monetarias los recursos determinados en la ingeniería del proyecto.

Financiamiento

Debe buscarse las distintas fuentes de financiamiento, haciendo comparaciones y estableciendo las mejores fuentes para el proyecto en cuestión.

Presupuesto de Ingresos y Gastos

Debe efectuarse el presupuesto de ingresos y egresos durante la vida útil del proyecto, o mientras se posean deudas pendientes de pago, y hasta la cancelación de las mismas.

Evaluación del Proyecto

Consiste en el análisis técnico, económico y social del proyecto, debe hacerse con especialistas en las áreas. Principalmente, existen dos áreas de evaluación de proyectos, siendo la evaluación privada y la evaluación social.

Ejecución del proyecto

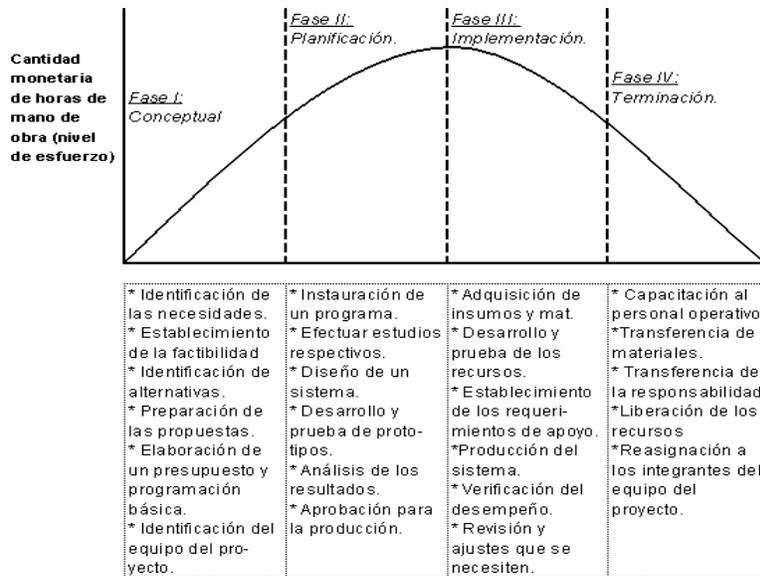
Si, luego de todo lo anterior, se decide poner en marcha el proyecto, debe actualizarse la información recabada, y comenzar con los contactos respectivos para comenzar con la etapa de operación del proyecto.

Operación o funcionamiento del proyecto

Esta es la puesta en marcha del proyecto, se inicia con la producción de los bienes y/o servicios, distribución del producto, etc. Con el inicio de ésta etapa se dice que finaliza el proyecto, e inicia la nueva unidad productiva a funcionar.

El ciclo de vida de un proyecto

Acá se muestra como se ejecutan los paquetes de trabajo durante las fases del proyecto. La siguiente figura es un ejemplo ideal (adaptado de *David I. Cleland y Lewis R. Ireland*):



Los pasos que se siguen para la elaboración de un proyecto en su etapa de factibilidad son los siguientes:

2.1.2.2) Introducción

Debemos explicar el motivo por el cual se hizo el estudio, propósitos fundamentales, justificación del proyecto y las repercusiones que tendrá para satisfacción de necesidades o mejorar la calidad de vida.

También deben mencionarse todos los aspectos que incluye el estudio de factibilidad, como el estudio de mercado, técnico y económico.

2.1.2.3) Resumen del proyecto

A continuación se presenta un resumen que servirá para tener un criterio general del contenido del proyecto y servirá de base a los inversionistas, bancos y otras personas interesadas en el proyecto, para buscar más detalle del aspecto que más interesa y así tomar una decisión del mismo.

Se debe mencionar en esta parte lo más importante del proyecto una vez realizado a nivel de estudio, con una redacción sencilla y fácil de comprender.

El resumen en términos generales debe contener:

- Servicios o bienes a elaborar
- Costo por medida cuadrada
- Materiales y materia prima a usar
- Origen de las materias primas
- Producción anual pronosticada.
- Localización del proyecto.
- Recurso humano necesario.
- Valor Actual Neto (VAN).

- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Relación Beneficio Costo (B/C).
- Tiempo de recuperación de la inversión.
- Evaluación del impacto ambiental.

Entonces debe tomarse en cuenta cada proyecto, dependiendo el tipo de producto o servicio debe ajustarse el resumen

2.1.2.4) Objetivo y justificación

Deben especificarse los propósitos por los cuales se llevará a cabo el proyecto. Algunos autores recomiendan establecer un objetivo general y varios objetivos específicos.

Debe justificarse el estudio o tema a desarrollar haciendo alusión a la situación actual, y a las mejoras y beneficios que se tendrán con la implementación del mismo.

2.1.2.5) Estudio de mercado

Definición

Establecer si ocurre o no un déficit a satisfacer mediante la producción, con las características que la demanda exige que deba tener el bien y/o servicio.

El estudio de mercado depende de la naturaleza del producto, es decir, que la profundidad del estudio varía de acuerdo al producto o servicio que se este analizando en el mercado. Por ejemplo un proyecto de producción y comercialización de apartamentos, es diferente a un programa de mantenimiento de carreteras en un programa de beneficio social por parte del gobierno.

Mediante el estudio de mercados se determina las preferencias, gustos, tamaño de la población, generando posteriormente aspectos que inciden en todas las fases siguientes, ya sea en la ingeniería o en el aspecto económico.

En el desarrollo del estudio de mercado, es necesario considerar algunas variables sociales que inciden en la demanda de un producto o servicio tales como:

Población

Definir el universo, tasa de crecimiento anual, estructura en base a: edad, sexo, población económicamente activa, tamaño promedio por familia, toda la información a obtener depende de la naturaleza del proyecto. Si el proyecto es de introducción de artículos femeninos entre determinada edad tendría otro tipo de demanda.

Ingreso Per cápita

Estas variables deben ser analizadas en un estudio de mercado, ya que su omisión podría echar a perder un proyecto en algunos casos. En un programa de Gobierno podría estimarse la población

beneficiaria aquella cuyos ingresos promedios oscilan por mil dólares al mes o la población de una determinada área donde va dirigido el bien o servicio.

Recolección de Información

La información de un estudio de mercado, se puede obtener, a través de fuentes primarias y secundarias.

La información primaria se obtiene a través de los compradores, consumidores, vendedores y datos de la propia empresa, muchas veces esta información se obtiene a través de encuestas.

La fuente secundaria, se obtiene a través de libros, publicaciones especializadas, estadísticas oficiales, estudios de institutos o Universidades privadas y Gubernamentales.

Contenido del Estudio de Mercado

Los aspectos que se analizan en el mercado son:

- El producto o Servicio
- Identificación del bien o servicio (con características, tanto para el contratista como para el consumidor).
- Área de mercado (nacional e internacional, destacando la producción, importación, exportación, etc.).
- Demanda (análisis de la demanda, elasticidad de la demanda, etc.)
- Oferta (Ley de la Oferta y la Demanda)
- Proyecciones de oferta y demanda.
- Investigación de campo (cuestionario, muestreo, tabulaciones, etc.)
- El precio.
- Productos sustitutos.
- Sistema de cuotas.
- Plan de Comercialización (canales de distribución).
- Promoción y publicidad.
- Política y régimen económico.
- Marco legal (difieren de país en país).
- Conclusiones y recomendaciones del estudio de Mercado

2.1.2.6) El tamaño del proyecto

Con el tamaño del proyecto nos estamos refiriendo a la capacidad de producción instalada que se tendrá, ya sea diaria, semanal, por mes o por año. Depende del equipo que se posea, así será nuestra capacidad de producción.

Capacidad de Producción

En un proceso se pueden distinguir o determinar tres capacidades de producción:

Capacidad Normal Viable

Nos referimos a la capacidad que se logra en condiciones normales de trabajo, tomando en cuenta, además del equipo instalado y condiciones técnicas de la planta, otros aspectos tales como paros, mantenimiento, cambio de herramienta, fatigas y demoras, etc.

Capacidad Nominal

Esta es la capacidad teórica y a menudo corresponde a la capacidad instalada según las garantías proporcionadas por el abastecedor de la maquinaria. Ejemplo, piezas por hora, bloques por hora, básculas de 500 libras, kilómetro por hora, etc.

Capacidad Real

Constituyen las producciones obtenidas sobre la base de un programa de producción pueden ser mayores o menores que los programas en un periodo y se utiliza para determinar la eficiencia del proceso o de la operación.

Deben especificarse las capacidades de producción durante los primeros años que se normaliza la producción.

Algunas sugerencias para determinar el tamaño más económico para un proyecto industrial:

- Realizar investigaciones sobre los costos de proyectos similares, tanto a nivel nacional como en el extranjero.
- Transformar esos costos a la realidad del proyecto.
- Realizar los ajustes necesarios, introduciendo variaciones en la tecnología del proceso seleccionado.
- Analizar los costos de: Materia prima, materiales, mantenimiento, sueldos y salarios, costos de inversión, amortización del capital, seguros, etc.
- Estudiar en condiciones locales, precios de la materia prima, calidad, abastecimientos, productividad, etc.
- Determinar el precio importado (costo de producción mas costo de transporte) del país de origen.
- Establecer el tamaño mínimo
- Determinar la capacidad para el mercado en expansión dado un tamaño, este puede aumentar progresivamente agregando más máquinas, en este caso, habrá que seleccionar el tamaño que haga mínimo el costo medio de capital a lo largo de toda la vida útil del proyecto.

- Cambios tecnológicos (la posibilidad de un cambio tecnológico aparece en casi todos los procesos).

Entre los factores que tienen relación con el tamaño se encuentran:

- Mercado
- Proceso Técnico
- Localización
- Financiamiento

Mercado

A través del estudio de mercado, se determinan si existe o no una demanda potencial y en que cantidad para determinar el tamaño del proyecto.

En el estudio de mercado se determina la magnitud de la demanda, puede darse los siguientes casos:

- Que la demanda sea mayor que el tamaño mínimo.

En este caso la demanda limita el tamaño del proyecto, ya que la cantidad producida se podría vender por la existencia de demanda insatisfecha.

- Que la magnitud de la demanda sea igual al tamaño mínimo del proyecto.

Por ser la demanda igual al tamaño mínimo, deberá tomarse en consideración la demanda futura. Si las perspectivas son halagadoras para el corto plazo, valdrá la pena continuar con el proyecto con capacidad inferior, con la que se tendrá demanda insatisfecha.

- Que la demanda sea muy pequeña con relación al tamaño mínimo.

En este caso la cantidad de la demanda hace que el proyecto sea imposible de ponerlo en marcha, ya que la producción no se vendería.

Lo importante es encontrar el tamaño óptimo del proyecto, que minimice los costos durante la vida útil del proyecto.

En todo caso, cada industria tiene su propia ecuación de costos, que se encuentra directamente relacionada con el tamaño del proyecto.

El proceso Técnico

Con la elección del proceso técnico se determina también el tamaño del proyecto. Algunas veces el proyecto exige una escala mínima de producción para ser económica.

Se debe analizar si es posible construir plantas o una sola planta con la misma capacidad.

Localización

El tamaño se ve afectado por la localización cuando el lugar elegido para ejecutar el proyecto no dispone de la cantidad de insumos suficientes, ni accesos idóneos, etc.

Financiamiento

Este es uno de los puntos más importantes al momento de implementar un proyecto, ya que la inversión del proyecto puede ser afectada por la capacidad financiera, ya que muchas veces se dan un límite máximo de inversión por la capacidad financiera del inversionista.

En resumen, para determinar el tamaño es muy importante especificar si con este se logrará el costo mínimo. Este ocurre cuando no existen dificultades para elegirlo y pudiéndose evaluar a distintas escalas de producción los diferentes costos.

2.1.2.7) Localización del proyecto

“La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u obtener el costo unitario mínimo (criterio social)” (G. Baca Urbina).

En este punto, es importante analizar cuál es el sitio idóneo donde se puede instalar el proyecto, incurriendo en costos mínimos y en mejores facilidades de acceso a recursos, equipo, etc.

El objetivo que persigue la localización de un proyecto es lograr una posición de competencia basada en menores costos de transporte y en la rapidez del servicio. Esta parte es fundamental y de consecuencias a largo plazo, ya que una vez emplazada la empresa, no es cosa simple cambiar de domicilio.

Por ejemplo, en el caso de la localización para proyectos agroindustriales, se encuentra predeterminada debido a la utilización de recursos naturales fijos en las zona de cultivo, de esta manera se elimina el análisis de la localización con respecto a la materia prima. Lo mismo ocurre para carreteras, agua potable, electricidad, etc. Donde el proyecto se ejecuta esta la necesidad.

En la localización de proyectos, dependiendo su naturaleza, se consideran dos aspectos:

- Localización a nivel macro.
- Localización a nivel micro.

Localización a nivel macro

Es comparar alternativas entre las zonas del país y seleccionar la que ofrece mayores ventajas para el proyecto.

Los factores más importantes a considerar para la localización a nivel macro son:

Costo de Transporte de Insumos y Productos

Se trata de determinar si, la localización quedara cerca del insumo o del mercado. La comparación se debe hacer tomando en cuenta pesos, distancias y tarifas vigentes.

También se da el caso que el transporte de las materias primas es menor que el del producto terminado, entonces es necesario localizar la planta cerca del mercado.

Disponibilidad y Costos de los Insumos

Considerando la cantidad de productos para satisfacer la demanda, se debe analizar las disponibilidades y costos de la materia prima en diferentes zonas.

Recurso humano

Existen industrias, cuya localización se determina sobre la base de la mano de obra, esto es cuando se utilizan un gran porcentaje de esta y el costo es muy bajo.

Políticas de Descentralización

Se hacen con el objeto de descongestionar ciertas zonas y aprovechar recursos de materia prima que ofrecen el lugar geográfico.

Localización a nivel micro

En la localización a nivel micro se estudian aspectos más particulares a los terrenos ya utilizados. Entre los factores a considerar están los siguientes:

Vías de Acceso

Se estudian las diversas vías de acceso que tendrá la empresa.

Transporte de Mano de Obra.

Se analiza si será necesario facilitar transporte para la mano de obra a utilizar en los procesos productivos.

Energía Eléctrica

Es uno de los factores más importantes para localizar la planta y es preferible ubicarla cerca de la fuente de energía.

Agua

El agua en cantidad y calidad puede ser decisiva para la localización.

Es utilizada para todas las actividades humanas. En una industria se usa para calderas, procesos industriales y enfriamientos.

Valor Terreno

En proyectos agropecuarios, la calidad de la tierra juega un papel importante al lado de la disponibilidad de agua superficial del suelo.

Calidad de mano de obra

Investigar si existe la mano de obra requerida de acuerdo a la industria.

2.1.2.8) ¿Cómo seleccionar la mejor alternativa de localización?

Método de Evaluación Económica

Este es uno de los mejores métodos para determinar localizaciones de proyectos, dependiendo de los costos de los diversos factores económicos, se realiza esta evaluación y se elige al conjunto que menores costos representen para la puesta en marcha del proyecto.

En este aspecto se recomienda los pasos siguientes:

- Especificar la alternativa de localización en zonas estratégicas.
- Determinar sobre la base al estudio de mercado la demanda anual en cantidades y valor para cada zona.
- Especificar la capacidad de la planta en cada zona.
- Determinar los costos de transporte, requerimiento de insumo, productos por cantidades, valor y kilometraje.
- Conocer las distancias de cada zona con la planta, costos de transporte y capacidad de producción.
- Sobre la base de los totales obtenidos en el paso “e” se tiene la mejor localización al menor costo, lo que nos es útil para seleccionar la zona.

Ejemplo 1: Localización Económica

En el estudio de localización de una planta, hay dos puntos por elegir: la localidad **A** y la **B**. Esas localidades están ligadas por una carretera y distan 150 km la una de la otra.

La materia prima de la industria existe solamente en la localización **A**.

El flete de la materia prima, desde A hasta B cuesta \$ 1.00 por quintal por kilómetro recorrido.
El mercado de los productos terminados existe solamente en **B**.

Por motivo del volumen y fragilidad, el flete de los productos terminados, entre A y B, cuesta \$1.20 por quintal.

En el proceso con 10 quintales de materia prima se producen 6 quintales de producto terminado.

¿Dónde se debería localizar la planta?

Localización A:

$$\$1.20 \times 6.00 \times 150 = \$ 1,080.00$$

Localización B:

$$\$1.0 \times 10.00 \times 150 = \$ 1,500.00$$

Conclusión: conviene la localización "A"

2.1.3) Ingeniería del proyecto

En este apartado, se determinan todos los recursos necesarios para cumplir con el tamaño de producción que se haya establecido como óptimo.

Tal y como lo expresa el autor Gabriel Baca Urbina, "el objetivo general del estudio de ingeniería del proyecto es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta. Desde la descripción del proceso, adquisición de equipo y maquinaria, se determina la distribución óptima de la planta, hasta definir la estructura de organización y jurídica que habrá de tener la planta productiva".

Se deben determinar los procesos, equipos, recurso humano, mobiliario y equipo de oficina, terrenos, construcciones, distribución de equipo, obras civiles, organización y eliminación o aprovechamiento del desperdicio, etc.

2.1.3.1) Descripción del producto o servicio

Es muy importante la descripción y características del producto o servicio a fabricar, las cuales se pueden obtener a través de planos, investigaciones de mercado con los futuros clientes, consultas en los alrededores, vecindario, etc. La importancia de esto radica en que se debe dar el servicio o producir el bien de acuerdo a los gustos y/o preferencias que arrojó el estudio de mercado con respecto a los beneficiarios del proyecto.

2.1.3.2) Suministros e insumos

Debe describirse en forma completa las materias primas y materiales a que se emplearán para el proceso de producción. Recuérdese que la calidad del producto depende en gran medida de la calidad de la materia prima utilizada en su elaboración.

2.1.3.3) Proveedores de los suministros e insumos

Deben mencionarse qué empresas brindarán la materia prima y materiales necesarios, y de preferencia, indicar si no nacionales o extranjeros.

2.1.3.4) Tecnología

Existen factores reiterativos en la etapa de elaboración dentro de una industria, que esta implícita en cualquier tecnología seleccionada, y éstos son:

- Operacionalización del proceso, que incluye los requisitos de calidad y estándares de fabricación.
- Uso de la capacidad instalada óptima.
- Fuentes de abastecimiento (suministros e insumos)
- Mano de obra disponible.
- Asistencia técnica que se requiere.
- Experiencia en el uso de la tecnología seleccionada.
- Posibilidad de adecuación e integración a plantas existentes.
- Aspectos medioambientales.

La elección de la tecnología a utilizar debe hacerse con relación a los procesos, la capacidad de producción, la maquinaria y equipo, los desechos industriales y aspectos relativos a la propiedad intelectual.

Todo proyecto, dependiendo de su naturaleza, necesitará de uno o varios asesores o consultores en el aspecto técnico que planificarán los equipos y maquinaria, recursos humanos y procesos a emplear.

2.1.3.5) Proceso productivo

Gabriel Baca Urbina expresa que “el proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de insumos para convertirlos en productos mediante una determinada función de producción”. Lo anterior lo representa Gabriel Baca Urbina en forma simplificada en el siguiente esquema:



El **estado inicial** incluye:

- **Insumos**
Constituyen aquellos elementos sobre los cuales se efectuará el proceso de transformación para lograr el producto final.
- **Suministros**
Compuesto por los recursos necesarios para realizar el proceso de transformación.

El **proceso transformador**:

- **Proceso**
Es el conjunto de operaciones que realizan el personal y la maquinaria para elaborar el producto final.
- **Equipo productivo**
Conjunto de maquinaria e instalaciones necesarias para realizar el proceso transformador.
- **Organización**
Recurso humano necesario para realizar el proceso productivo.

Producto final:

- **Productos**
Bienes finales resultado del proceso de transformación.
- **Subproductos**
Productos obtenidos no como objetivo principal del proceso de transformación, pero con cierto valor económico.

- **Residuos o desechos**

Son consecuencia del proceso, ya sea con o sin valor.

Al elaborar cualquier bien es necesario conocer las actividades a llevar a cabo para obtener lo que deseamos de acuerdo a las necesidades.

La maquinaria y equipo establecen la capacidad de producción en una industria, donde normalmente el equipo se dispone de acuerdo al proceso.

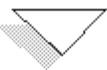
El proceso de producción esta compuesto por operaciones, las cuales deben describirse paso a paso para obtener el bien deseado.

2.1.3.6) Diagrama de proceso

El diagrama de proceso es una forma gráfica de presentar las actividades involucradas en la elaboración de un bien y/o servicio terminado.

En la práctica, cuando se tiene un proceso productivo y se busca obtener mayor productividad, se estudian las diversas operaciones para encontrar potenciales o reales “cuellos de botella” y dar soluciones utilizando técnicas de ingeniería de métodos.

La simbología utilizada en la elaboración de un diagrama de proceso es la siguiente:

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION
	Almacenamiento
	Operación
	Inspección o revisión
	Transporte
	Demora

2.1.3.7) Plan de producción.

Una vez definido el tamaño y localización del proyecto, se determina el plan de producción, que consiste en cuantificar el volumen de producción en diferentes periodos de tiempo de la vida útil del proyecto, el cual depende en gran medida de la depreciación de la maquinaria y equipo con que se cuenta.

La demanda según su comportamiento y la capacidad productiva del proceso, se integra poco a poco a la producción, dependiendo del por ciento de capacidad que se haya previsto en el inicio o el final del proyecto.

Además, se utiliza para establecer los requerimientos de materia prima del proceso que se requieren de acuerdo al nivel productivo establecido a lo largo de la operación del proyecto, lográndose así la planificación de los flujos monetarios.

2.1.3.8) Programa de producción

Toda empresa productora de bienes, debe elaborar un programa de producción durante un periodo, el cual puede ser diario, semanal, quincenal, mensual, ó dependiendo del tipo de bien elaborado.

Para elaborar la programación se debe conocer la capacidad de producción por operación, disposición del recurso humano necesario, los insumos y materiales, maquinaria y herramientas a utilizar. La programación debe hacerse para un año, y servirá de base para elaborar los planes operativos, los cuáles incluirán mayores detalles.

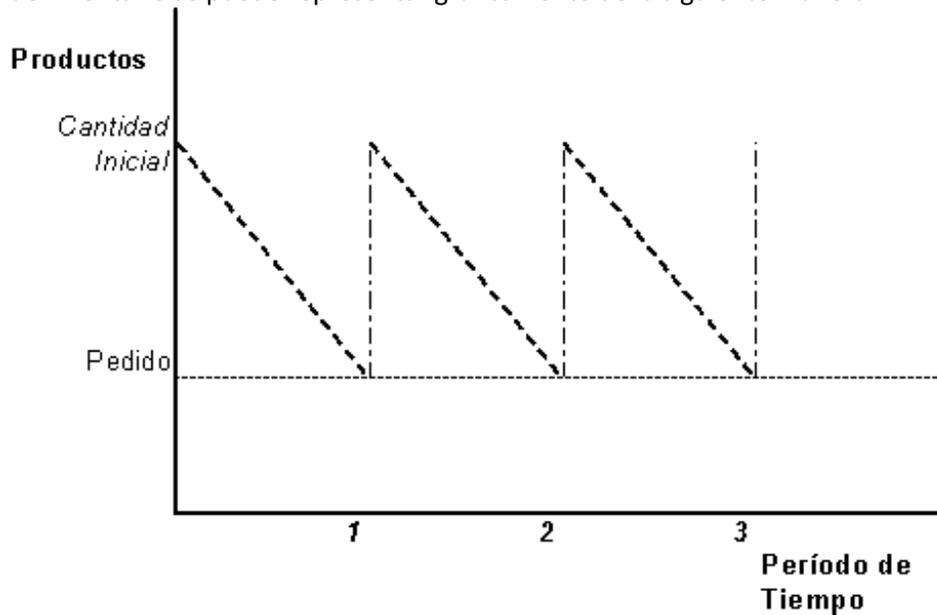
El programa de producción referente a la producción hidropónica debe realizarse en función de las características de las etapas de crecimiento de los especímenes cultivados, deben realizarse procesos simultáneos en todos los cultivos, pero en diferente etapa de desarrollo, un correcto programa de producción permitirá alcanzar la disponibilidad máxima de productos, evitando al almacenamiento y llevando su grado de frescura a los niveles más altos.

2.1.3.9) Política de inventario

Se hace necesario establecer los programas iniciales de los insumos y los materiales, así como los periodos de reabastecimiento con las cantidades respectivas, se utilizarán posteriormente para calcular el capital de trabajo y las áreas de almacenaje de los insumos y materiales.

Debe precisarse para cada insumo y material utilizado un punto de pedido, de tal manera de no quedarse sin materiales e insumo en la bodega. Debe elaborarse una gráfica para cada materia prima donde se debe de incluir la unidad de manejo, el pedido inicial y cada periodo de pedido. Las unidades de manejo, se utilizarán posteriormente para establecer las áreas de espacio.

La política de inventario se puede representar gráficamente de la siguiente manera:



2.1.3.10) Requerimientos de maquinaria y equipo

La estimación de la maquinaria y equipo se debe realizar tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La capacidad de producción de la maquinaria
- Los días hábiles de trabajo
- El número de turnos
- Las horas legales y horas efectivas por turno

Los requerimientos de maquinaria y equipo se pueden estimar considerando:

- La hoja de ruta
- Las necesidades mensuales del producto

Una vez establecida en forma analítica la maquinaria y equipo a necesitar, de acuerdo a los requerimientos de producción, deberá elaborarse en resumen de la maquinaria y equipo.

Se puede realizar el resumen de maquinaria y equipo mediante los datos de la siguiente tabla:

EQUIPO MAQUINARIA	/ CANTIDAD	ESPECIFICACIONES
----------------------	------------	------------------

01	X	A01
02	X	A02
03	X	A03
04	X	A04

En este cuadro debe detallarse el nombre del equipo o maquinaria a emplear, la cantidad que se necesitará de cada equipo, así como las especificaciones técnicas tales como capacidad, voltaje, caballos de fuerza, espacio físico que utiliza, etc.

Como complemento a las especificaciones técnicas de las maquinas y equipos, debe describirse la función básica de la maquinaria principal, y de ser posible, debe presentarse los planos de ésta.

2.1.3.11) Flexibilidad de la maquinaria

Existen equipos o maquinarias que además de elaborar el producto para el cual fue comprado, adaptándole otro molde o sistema pueden elaborarse otros productos.

A este tipo de cambios se le llama flexibilidad del equipo y es de gran utilidad para el productor, ya que sino la utiliza para un producto, puede serle de utilidad para otro, por ejemplo: una máquina para confeccionar.

2.1.3.12) Requerimientos de agua potable y energía

En toda empresa existen necesidades de agua y energía, tanto para el consumo interno como para el consumo externo.

Debe tomarse en cuenta el consumo de agua, energía eléctrica y combustible, de ser posible, diariamente, para establecer en una matriz los requerimientos mínimos indispensables para el buen funcionamiento de todas las actividades y operaciones que se ejecutan en la empresa.

De igual manera, esto será de utilidad al momento de establecer costos y gastos, pues con un control riguroso del consumo de éstos elementos se tendrán datos reales sobre lo que se consume en el funcionamiento del proyecto.

2.1.3.13) Organización de la empresa

Dentro de la parte organizativa se pueden presentar dos situaciones:

- a) Que el proyecto constituye una ampliación o mejoramiento de una empresa instalada:**

En este caso, el problema simplemente queda en la definición de la creación de una unidad dentro de la estructura actual, de tal forma que se originen y establezcan relaciones dentro de la empresa.

b) Que el proyecto constituya una empresa nueva:

Cuando el proyecto constituye una empresa nueva, será necesario establecer una estructura organizativa acorde a las necesidades propias del proyecto.

Deberá investigarse los aspectos legales en relación al tipo de empresa a constituir, ya sea una Sociedad Anónima, Cooperativa, etc. y establecer las implicaciones legales de cada una de estas figuras, preferentemente con la ayuda de un abogado que cuente con experiencia en el tema.

Ahora bien, otros aspectos que deben irse detallando y definiendo en ésta etapa del ámbito organizativo del proyecto son:

- Manual de Organización
- Manual de Procedimientos Administrativos
- Manual de Descripción de Puestos
- Canales de información y comunicación
- Instrumentos y mecanismos de control (contable-financieros, de producción, etc.)

Para establecer las necesidades del recurso humano se deben tomar en cuenta:

- Plan orgánico de la empresa
- Estrategia y objetivos de gestión para la explotación de la fábrica
- Especializaciones requeridas
- Disponibilidad nacional y extranjera

Además, debe presentarse un presupuesto del personal necesario, es decir, de mano de obra directa, indirecta y personal administrativo.

2.1.3.14) Requerimiento de espacio

Ya establecido el plan de producción que involucra el proceso productivo, maquinaria, equipo y recurso humano, se tiene que conocer la distribución física de estos, requiriéndose de espacios que permitan la eficiencia y seguridad en los accesos a toda la planta.

Para un mejor análisis de las áreas del edificio se realiza la siguiente división:

a) Área de servicios de producción

Se deben establecer las áreas de la Unidad de Producción, tanto en bodegas, recepción y despacho, oficinas, etc. Esto debe realizarse partiendo de las especificaciones, dimensiones y sistema de

operación de la maquinaria y equipo, espacio necesario para circulación, movimientos y otros factores.

b) Área de servicios generales

Compuesto por las áreas de servicios de oficinas generales, tales como la Gerencia General, Departamento de Ventas, Unidad de Contabilidad, Administración, etc.

c) Área de servicios de personal

Compuesta por las áreas donde se les brinda servicio al recurso humano del proyecto, verbigracia: aseos, camerinos, cafetín, estacionamiento, etc.

d) Área de servicios físicos de la planta

Aquí se encuentran las áreas donde se les brinda servicio al personal de la planta, por ejemplo: caseta de vigilancia y reloj marcador.

Cuando se han establecido todas éstas áreas, es importante que se presente un plano de la localización de cada una de las áreas dentro del área hidropónica.

2.1.3.15) Distribución en planta

Una buena distribución de la planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores.

Cualquiera que sea la forma en que esté realizada una distribución de la planta, influye en el manejo de los materiales, la utilización del equipo, los niveles de inventario, la productividad de los trabajadores, e inclusive la comunicación de grupo y la moral de los empleados. El tipo de distribución está determinado en gran medida por:

- El tipo de producto (ya sea un bien o un servicio, el diseño del producto y los estándares de calidad)
- El tipo de proceso productivo (tecnología empleada y tipo de materiales que se requieren)
- El volumen de producción (tipo continuo y alto volumen producido o intermitente y bajo volumen de producción)

La distribución en planta se determina haciendo uso de las técnicas apropiadas tales como: la carta de actividades relacionadas, el diagrama de actividades relacionadas y el diagrama de bloques, de tal forma que quede una distribución óptima y la secuencia del proceso quede en línea recta o en forma de "U". Es recomendable que ésta distribución se vea reflejada en un plano del diagrama de recorrido.

A continuación se presenta un cuadro dónde se pueden reflejar el resumen de los espacios:

Nº	Actividad	Requerimiento (M 2)
1	A1	X
2	A2	X
3	A3	X
4	A4	X
	TOTAL	X

Entonces, en esta matriz se pueden establecer las actividades, así como el espacio en metros cuadrados requerido para su ejecución.

2.1.4) Presupuesto de inversiones

2.1.4.1) ¿Porqué se invierte? ¿Por qué son necesarios los proyectos?

Día tras día, en cualquier lugar donde nos encontremos, continuamente existen a disposición una gama de artículos o servicios proporcionados por el hombre mismo. La vestimenta que llevamos, los alimentos procesados que adquirimos para nuestro consumo, hasta las modernas microcomputadoras que apoyan en gran medida el trabajo del ser humano. Todos y cada uno de estos bienes y servicios, antes de ser comercializados, fueron estudiados y evaluados desde varios puntos de vista, siempre con el propósito de satisfacer necesidades humanas. Después de ello, se tomó la decisión de producirlos en masa, por lo cual se tuvo que hacer una inversión económica.

Por lo tanto, siempre que exista una necesidad humana de un producto o un servicio, se tendrá necesidad de invertir, pues ésta es la única forma de producir un bien o un servicio. Las inversiones no se realizan sólo porque "alguien" desea producir determinado artículo o cree que produciéndolo ganará mucho dinero.

En nuestros días, una buena inversión requiere de un fundamento que la sustente. Dicho fundamento la constituye un proyecto bien estructurado y evaluado, que indique las pautas que deben seguirse. De aquí proviene la obligación de preparar los proyectos.

Las inversiones que se realizarán constituyen los costos iniciales que corresponden a la ejecución del proyecto.

En esta parte se consideran como se van a desembolsar los recursos financieros en la etapa de ejecución del proyecto.

En la etapa anterior o sea en la Ingeniería del proyecto, se determinaron todos los recursos que se necesitarán para que el proyecto pueda funcionar de acuerdo al tamaño previsto, como terreno, construcciones, equipo, etc.

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Se entiende por activo tangible (que se puede tocar) o fijo, los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas y otros. Se le llama "fijo" porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que con ello ocasione problemas a sus actividades productivas (a diferencia del activo circulante).

Se entiende por activo intangible el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos pre-operativos y de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios (como luz, teléfono, fax, agua, corriente trifásica y servicios notariales), estudios que tiendan a mejorar en el presente o en el futuro el funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, etcétera.

En el caso del costo del terreno, éste debe incluir el precio de compra del lote, las comisiones a agentes, honorarios y gastos notariales, y aun el costo de demolición de estructuras existentes que no se necesiten para los fines que se pretenda dar al terreno. En el caso del costo de equipo y la maquinaria, debe verificarse si éste incluye fletes, instalación y puesta en marcha.

En la evaluación de proyectos se acostumbra presentar la lista de todos los activos tangibles e intangibles, anotando qué se incluye en cada uno de ellos".

En las inversiones se cuantifican en valores monetarios todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto en el tiempo establecido, y se pueden presentar en dos casos posibles de inversión.

2.1.4.2) Ampliación de instalaciones

Cuando se posee una planta instalada y en funcionamiento, y se quiere incrementar la capacidad de producción con la inclusión de máquinas con las mismas especificaciones, con igual o mayor capacidad de producción.

Además, puede tenerse el caso que en las primeras operaciones de un proceso, se emplean máquinas con las mismas características y a partir de cierta operación se necesita otra forma o presentación del producto.

En este sentido ya se poseen inversiones tanto en capital de trabajo como inversión fija, que se constituyen en las inversiones existentes. Posteriormente se determinan las inversiones necesarias, las cuales pueden ser: fijas y de capital de trabajo.

2.1.4.3) Proyecto nuevo

En el caso de que el proyecto sea completamente nuevo se deberá analizar:

Inversiones Fijas

Las inversiones fijas se hayan conformadas por bienes que no se encuentran sujetos a transacciones, se obtienen durante la etapa de implementación o ejecución, y se utilizan durante el ciclo de vida del proyecto.

Estas inversiones se caracterizan por ser despreciables, verbigracia: equipo, maquinaria, terreno, edificios, etc.

También se obtienen gastos intangibles previos a la ejecución, tales como: el estudio técnico, puesta en marcha y gastos de organización. Entre las inversiones fijas se tienen:

Capital de Trabajo

El capital de trabajo o capital de operación se consigue restando el pasivo circulante del activo circulante de una empresa en funcionamiento.

El capital de trabajo cambia de acuerdo al tipo de proyecto a ejecutar, constituyéndose en uno de los puntos de mayor importancia en la situación financiera de la empresa. En tanto que una empresa no logre que sus ingresos sean mayores a sus egresos, siempre necesitará de capital de trabajo.

2.1.4.4) Cronograma de inversiones

Debido a que las inversiones se realizan en diferentes momentos, fechas y etapas del proyecto, todo proyecto tiene que presentar un calendario de inversiones y la ejecución de las acciones en las cuales se está invirtiendo, indicando los desembolsos y las fechas en que se harán.

Los cronogramas de inversiones se representan de la siguiente manera:

ITEMS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	X mes
ORIGENES					
Saldo Anterior					
(+) Financiamiento propio					
(+) Financiamiento externo					
=(1) TOTAL					
APLICACIONES					
(+) Estudio técnico					
(+) Maquinarias					
(+) Vehículo y transporte					
(+) Terrenos y edificios					
(+) Accesorios					

(+) Mobiliario de oficina					
(+) Puesta en marcha					
(+) Otros					
= (2) TOTAL USOS					
Saldo final del mes (1-2)					

El saldo final del mes se convierte en el saldo inicial del mes siguiente, y debe colocarse en la casilla correspondiente al “saldo anterior” del siguiente mes.

2.1.5) Financiamiento del proyecto

Si los recursos financieros no son suficientes para atender las necesidades de inversión de la planta de tamaño mínimo es claro que la realización del proyecto es imposible. De igual forma, si los recursos económicos propios y ajenos permiten elegir entre varios tamaños para los cuales existe una gran diferencia de costos y de rendimiento económico para producciones similares, se aconsejará seleccionar aquel tamaño que pueda financiarse con mayor comodidad y seguridad, y que a la vez ofrezca, de ser posible, los menores costos y un alto rendimiento de capital.

Por supuesto, habrá que hacer un balance entre todos los factores mencionados para hacer una buena elección.

Por lo antes expuesto, el propósito del estudio de financiamiento es determinar la manera de captar recursos financieros a fin de destinarlos a la inversión que se analiza en el proyecto.

Esta fase debe estudiarse con sumo cuidado, ya que la ejecución depende en gran medida de que existan los recursos financieros suficientes para efectuar los pagos y adquisiciones en los plazos previstos.

Las etapas a seguir para el financiamiento son:

- Determinar las necesidades del financiamiento.
- Identificar las posibles fuentes de financiamiento.
- Análisis de las alternativas.
- Cuadros de Proyecciones Financieras.

2.1.5.1) Determinar las necesidades del financiamiento

Realizar un análisis de los costos de ejecución del proyecto, es decir, la inversión inicial, tomando en consideración también otras inversiones que es necesario realizar en la vida útil del proyecto.

También se debe analizar la disponibilidad de recursos propios para la ejecución del proyecto, tomando en cuenta para ello de la liquidez ó disponibilidad en el corto plazo, el cual podría constituirse en capital propio para financiar la inversión inicial, así como los rendimientos generados por la operación del proyecto, los cuales permitirán cubrir el plazo del préstamo o cualquier otro compromiso financiero que se haya adquirido.

El establecimiento de los recursos del proyecto, saldrá de la propia empresa y de los presupuestos de ingresos y gastos, donde se logran los excedentes de las operaciones.

La discrepancia o faltante entre el total de la inversión y el total de los recursos propios serán las necesidades financieras del proyecto.

Cuando ya se tienen identificadas las necesidades de financiamiento, se establecen las utilidades de las operaciones con el objetivo de saber la capacidad y el límite de endeudamiento que permite el proyecto. Estos gastos se consiguen a partir del flujo de fondos.

La inversión total para ejecutar un proyecto podría ser por ejemplo de \$100,000 dólares. Además \$400,000 (40%) será financiado por un banco comercial y €600,000 (60%) será financiado con fondos propios.

2.1.5.2.) Identificar las posibles fuentes de financiamiento

Para el financiamiento de un proyecto, el primer aspecto a examinar son las posibles fuentes de financiamiento. Estas pueden ser:

- **Fuentes Internas:**

Estas fuentes pueden ser por capital propio, el cual es aportado al inicio por medio de los capitalistas y responsables del proyecto.

- **Fuentes Externas:**

Estas fuentes se obtienen fuera del proyecto, a través de distintos mecanismos e instituciones. Las fuentes externas se pueden obtener por medio de mercado de capitales, bancos y, cooperación y desarrollo.

- **Mercado de Capitales.**

Las necesidades de capital se resuelven, según los siguientes casos, ofreciendo participaciones en el negocio, existiendo para esto distintas alternativas y procedimientos según las circunstancias. Entre las más comunes tenemos: las acciones y Obligaciones o Bonos.

- **Bancos e Instituciones de Fomento**

A través de la banca se pueden obtener créditos a corto, mediano y largo plazo, que presenten condiciones adecuadas a las características del proyecto, y pueden ser nacionales o extranjeros. También por medio de instituciones privadas en forma de créditos con proveedores y fabricantes de equipo.

- **Cooperación para el Desarrollo.**

Se puede obtener apoyo financiero a través de organismos internacionales que destinan recursos técnicos y financieros a países en desarrollo, los cuales demandan recursos para ejecutar proyectos de desarrollo.

A la Cooperación Internacional en la actualidad se le conoce como Cooperación para el Desarrollo, lo que comprende inversiones reembolsables y no reembolsables.

En la actualidad la Cooperación Internacional se enfoca hacia tres modalidades:

Ayuda Humanitaria

Por ejemplo ayuda contra el SIDA y drogas, ayuda a desplazados, refugiados y alimentaria.

Cooperación para acelerar el ritmo de desarrollo

Mediante la transferencia de recursos y expertos en diversos campos.

Cooperación Económica

Ayuda al fortalecimiento de la capacidad institucional y que permita que el entorno económico sea más favorable a la inversión y al desarrollo. Algunos ejemplos de este tipo de apoyo son: Cooperación Científica, Tecnológica, Comercial, Industrial y Energética.

2.1.5.3) Análisis de las alternativas

Cuando se tienen diversas fuentes de financiamiento y a diversos plazos, tasas de interés y períodos de financiamiento, es recomendable realizar cálculos de amortización por cada alternativa y luego confrontarlas en una matriz, el cual se puede presentar de la siguiente manera:

CONTRASTACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Condiciones de financiamiento	Sociedad Financiera	Banco	Otras fuentes
Monto Otorgado	M1	M2	M3
Tasa de Interés	T1%	T2%	T3%
Plazo	PI 1	PI 2	PI 3
Forma de Pago	FP 1	FP 2	FP 3
Garantías	G1	G2	G3
Periodo de gracia	PG 1	PG 2	PG 3

Se escoge la fuente de financiamiento que más conviene, tomando en consideración las necesidades del proyecto, o también, se puede hacer una combinación de varias fuentes de financiamiento, si esto se adecua más al proyecto.

También se recomienda la elaboración de otro cuadro, dónde se presente la forma en que se irá amortizando el financiamiento que se ha obtenido, y debe ser elaborado tomando en cuenta las condiciones que exige la institución financiera.

2.1.5.4) Cálculo de cuota

Para calcular la cuota fija anual de amortización se utiliza la fórmula siguiente:

$$R = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Dónde:

R = Cantidad a colocar al final de cada uno de los años

i = Tasa de interés

P = Capital

n = Total de años

Ejemplo:

Condiciones del préstamo:

Monto del préstamo	\$200,000 dólares.
Plazo	5 años
Interés anual	6%
Período de gracia	1 año, al final del cual se cancelarán los intereses generados
Garantías	Hipotecaria
Amortización	Cuota fija anual de capital mas intereses sobre saldos deudores.

TABLA DE AMORTIZACION

AÑO	Cuota Fija	Capital	Interés	Saldo
1	0.00	0.00	12,000.00	200,000.00
2	57,718.30	45,718.30	12,000.00	154,281.70

3	57,718.30	48,461.40	9,256.90	105,820.30
4	57,718.30	51,369.01	6,349.22	54,451.22
5	57,718.30	54,451.22	3,267.07	0.00

Para calcular la cuota fija, en este caso n fue de 4, ya que hay un año de gracia para el primer año, donde solo se pagan interés y queda el mismo saldo.

2.1.5.5) Cuadros de Proyecciones Financieras

Los estados financieros, en el presupuesto general de una empresa, pueden ser proyectados para el número de años deseado, sin embargo, como es lógico suponer, mientras mas se proyecta en el tiempo, existen más probabilidades de errores.

Los documentos que constituyen los estados financieros proyectados son los siguientes:

- Estado de Resultados Proforma.
- Flujo de Fondos.
- Balance General Proyectado.

A continuación realizaremos un análisis de cada uno por separado:

2.1.5.6) Estado de resultados proforma.

Para poder establecer los renglones del capital de trabajo y los resultados del ejercicio, es necesario desarrollar los estados de resultado proforma o proyectados.

Este resultado se origina en las ventas, ya que conociendo el número de unidades que se venderán, las que se determinaron el tamaño del proyecto y así como precio unitario de venta, se obtendrá las ventas del periodo. Y estos serán, los ingresos por venta proyectados.

Los costos anuales de fabricación, gastos financieros, de ventas y administrativos se clasifican según el cuadro de gastos, siempre para el período en cuestión, los dividendos que se distribuirán a los accionistas dependerán del porcentaje estipulado en el acta constitutiva de la empresa.

El resultado obtenido, ganancia ó pérdida, se trasladará al estado conocido como Balance General Proforma o Proyectado, en el rubro de Patrimonio.

2.1.5.7) Flujo de fondos o balance monetario

El flujo de fondos nos muestra la evolución financiera de la empresa, hasta cuando alcanza su capacidad normal o hasta determinar el servicio de los créditos a largo plazo.

Flujo de Efectivo (en miles)

Años	0	1	2	3	4	5
Saldo Inicial (1)						
(+) Ingresos						
Financiamiento						
Fondos propios						
Ventas						
Total (2)						
(-) Egresos						
Alquileres						
Personal						
Energía y combustible						
Papelería y útiles						
Comunicaciones						
Accesorios y repuestos						
Gastos financieros						
Capital						
Impuesto sobre la Renta						
Otros gastos						
Total (3)						
Saldo Final (1+2-3)						

El propósito de esta matriz es determinar anualmente el saldo líquido por cada año, una vez establecidos los ingresos y egresos.

El flujo de fondos solamente trata de dinero en efectivo, y no toma en cuenta la depreciación, cuentas incobrables, etc.

Acá se incluyen los ingresos por ventas; financiamientos a corto y largo plazo; ingresos por venta de bienes de capital, impuestos, otros egresos, etc.

2.1.5.8) El valor de salvamento

Con el propósito de evaluar el proyecto, se incluye un valor de recuperación de lo activos, denominado por algunos autores como valor de salvamento, y sobre la base del valor residual que se tomó en la depreciación. Al final del último año proyectado, este valor constituye un ingreso para evaluar el proyecto en su totalidad.

2.1.5.9) Balance general proyectado

Es el estado financiero en donde se muestra la situación económica de la empresa en un momento determinado.

El balance general proforma se utiliza para mostrar la estructura económica estimada del proyecto en los futuros años.

Para construir un Balance General, deben tomarse en cuenta las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC), que hace poco tiempo han entrado en vigencia y están tomando fuerza dentro del campo de la contaduría.

Según las NIC, el Balance General incluye los Activos, Pasivos y el Patrimonio.

Los Activos se dividen en:

- Activo Corriente
- Activo No Corriente

Los activos se clasifican como corrientes si:

- Su saldo se espera realizar, o se tiene para su venta o consumo, en el transcurso del ciclo normal de la operación de la empresa.
- Se mantiene fundamentalmente por motivos comerciales, o para un plazo corto de tiempo, y se espera realizar dentro del periodo de doce meses tras la fecha del balance.
- Se trata de efectivo u otro medio líquido equivalente, cuya utilización no esté restringida.

Todos los demás activos deben clasificarse como no corrientes. El término "no corriente" incluye activos tangibles o intangibles, de operación o financieros, ligados a la empresa a largo plazo.

Los pasivos se clasifican como corrientes si:

- Se espera liquidar en el curso normal de la operación de la empresa, o bien
- Debe liquidarse dentro del periodo de doce meses desde la fecha del balance.

Todos los demás pasivos deben clasificarse como no corrientes.

Las reglas para calificar como corrientes a los pasivos son similares a las descritas para los activos. Algunos pasivos corrientes, tales como los acreedores comerciales y los pasivos acumulados por costos de personal y otros costos de operación, forman parte del capital de trabajo utilizado en el ciclo normal de la operación. Tales partidas relacionadas con la operación se clasificarán como corrientes incluso si su vencimiento se va a producir más allá de los doce meses siguientes a la fecha de cierre del balance.

A continuación se presenta una matriz que sirve de ejemplo sobre la conformación de un balance general proforma:

BALANCE PROFORMA (En miles)

Descripción / Años	1	2	3	4	5
ACTIVOS					
Activo Corriente					
Caja y Bancos					
Cuentas por Cobrar					
Inventarios					
Activo No Corriente					
Mobiliario y Equipo					
Terrenos					
Edificios					
Etc.					
TOTAL DEL ACTIVO					
PASIVOS					
Pasivo Corriente					
Préstamos por pagar					
Pasivo No Corriente					
PATRIMONIO					
Capital Social Pagado					
Utilidades del ejercicio					
Utilidad Acumulada					
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO					

2.1.6) Presupuesto de costos

Luego de determinar las inversiones y fuentes de financiamiento para implementar y poner en marcha el proyecto, se desarrolla el presupuesto de ingresos y gastos, para analizar las operaciones de la nueva empresa o ampliación de esta, o podría ser los costos de funcionamiento durante la vida útil, de un proyecto o programa social.

Todo proyecto para su normal funcionamiento debe obtener ingresos (según el tipo de proyecto) y egresos. Algunos proyectos de carácter social no originan ingresos, solamente costos. Alguna estructura de costos podría ser la siguiente:

2.1.6.1) Costos de producción

El establecimiento de los costos totales, representa los egresos o gastos en que incurrirá la empresa en el desarrollo normal de sus operaciones.

2.1.6.2) Costos y gastos de fabricación

En este rubro se toman en cuenta todos los elementos que intervienen en lo que refiere a la producción, es decir, materia prima o materiales, ya sean directos o indirectos, mano de obra directa, o los que hacen el producto o servicios, la mano de obra indirecta, como supervisores, depreciación del equipo, agua, energía, etc., todo lo relacionado con la producción.

Pueden detallarse dentro de este rubro los siguientes:

- **Materia Prima o Materiales Directos:** es el que forma parte del producto, como por ejemplo, en un calzado, la suela que lo compone, así como la cinta y el cuero, además de otros materiales que lleva internamente y que son necesarios para su elaboración. Los **materiales indirectos** son aquellos que no constituyen parte del producto para su funcionamiento, tales como bolsas y cajas que se emplean para darle presentación al empaque.
- **Mano de Obra:** se divide en mano de obra directa e indirecta. La **mano de obra directa** es aquella que realiza el trabajo físico, además participa activamente en la elaboración del producto, verbigracia: pegado de ladrillos, perforación de material, ensamblado, etc. La **mano de obra indirecta** esta constituida por supervisores, vigilantes, secretarias, asistentes administrativos, personal de mantenimiento, etc.
- **Otros gastos de fabricación:** acá se pueden incluir gastos como útiles de aseo, papelería de oficina, combustible y lubricantes, repuestos y accesorios, agua y energía, alquileres, seguros, impuestos, depreciación, mantenimiento, y otros.

2.1.6.3) Gastos de venta

Son aquellos que se utilizan para impulsar las ventas de la empresa y se encuentran conformados por publicidad, propaganda, salarios y comisiones de vendedores, embarques y entrega de mercadería, transporte, etc.

2.1.6.4) Gastos de administración

Estos gastos están compuestos por las erogaciones para la administraron de la empresa. En ese rubro se encuentran los salarios del personal administrativo, depreciación de equipo de oficina, pagos por alquiler, luz, teléfono, correo, telégrafo, gastos de aseo, papelería y artículos de escritorio.

2.1.6.5) Gasto financiero

Estos gastos e refieren a las operaciones llevadas a cabo con el fin de estimular las actividades de la empresa.

2.1.6.6) Presentación del presupuesto de costos

El presupuesto de costos, se presenta bajo la forma de resultados contables y financieros. Se elabora considerando en detalle todos los rubros estudiados, y el esquema básico es como sigue:

COSTOS DE PRODUCCION

Costos / Años	1	2	3	4	5
Costos de Fabricación					
<i>Directo:</i>					
Insumos y Materia Prima					
Materiales					
Mano de Obra					
SUB TOTAL					
Gastos de Fabricación					
Mano de Obra indirecta					
Energía					
Accesorios					
Combustibles					
Depreciación					
Amortizaciones					
SUB TOTAL					
Gastos de Admón. y Ventas.					
Salarios					
Papelería					
Comunicaciones					
SUB TOTAL					
Gastos Financieros					
TOTAL					

2.1.6.7) Costo unitario

Cuando ya se han determinado los costos totales en que se incurrirá, para el desarrollo normal de las actividades en un periodo determinado (generalmente un año), es relevante establecer el costo unitario del bien a producir.

El costo unitario de un artículo cambia de acuerdo al nivel de producción.

Para producir intervienen muchos gastos, por lo que es necesario clasificarlos en fijos y variables, de acuerdo a la relación que tengan con el volumen de producción.

Los gastos fijos son los que determinan el funcionamiento de la empresa y son independientes del volumen de producción, verbigracia, salarios de los empleados, alquiler de locales, etc.

Los gastos variables son aquellos que cambian de acuerdo al nivel de producción, por ejemplo: los insumos, mano de obra directa, etc.

Cuando se tienen clasificados todos los costos fijos y variables, éstos se pueden representar en una matriz.

2.1.6.8) Costos fijos y variables

(En miles de unidades monetarias)

DESCRIPCION	Costos Fijos	Costos Variables
<i>Gastos de fabricación</i>		
<i>Gastos de administración</i>		
<i>Gastos de venta</i>		
<i>Gastos financieros</i>		
TOTAL		

Entonces, el **costo total** se puede expresar de la siguiente manera:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT = Costo Total

CF = Costo Fijo

CV = Costo Variable

Y si dividimos el Costo Variable Total entre el número de unidades producidas, obtendremos el Costo Variable Unitario, así:

$$CV_u = \frac{CVT}{n}$$

Dónde:

CV_u = Costo Variable Unitario

CVT = Costo Variable Total

n = Total de unidades producidas.

Con esto, la ecuación anterior se puede reexpresar de la siguiente forma:

$$CT = CF + CVu(n)$$

Luego el **costo unitario** será:

$$CU = \frac{CT}{n} \quad \text{ó} \quad CU = \frac{CF}{n} + CVu$$

Ejemplo:

Producto elaborado	PC Portátiles
Unidades producidas por año	5,000
Total de Costos Fijos	\$2,360,000.00
Total de Costos Variables	\$4,189,000.00
Costo Unitario del producto	¿?

$$CU = \frac{CF + CV}{n}$$

Haciendo uso de la ecuación $CU = \frac{CF + CV}{n}$, despejamos los valores:

$$CU = \frac{2,360,000 + 4,189,000}{5,000}$$

$$CU = \frac{6,549,000}{5,000}$$

$$CU = \underline{\underline{\$1,309.80}} \quad \text{Dólares por computadora}$$

2.1.7) Las ventas

Los ingresos se establecen considerando las proyecciones de tamaño definido para los diferentes años o para la demanda proyectada, y el respectivo precio unitario de los productos actuales o determinados en el estudio.

Entonces, el pronóstico de ventas define el límite máximo al que puede aspirar el tamaño de planta, ya que no tiene mucho sentido que el tamaño de la misma sea superior a la capacidad de absorción que tiene el mercado de consumo.

2.1.7.1) El precio de venta

Determinado el costo unitario, es necesario fijar el margen de utilidad que se desea lograr, el cual generalmente se basa en el criterio de la dirección de la empresa, para formar de esta manera el precio de venta. Muchas veces se determina considerando algunos factores como: el precio unitario, el precio de la competencia, y la calidad del producto.

También, para establecer el precio de los diferentes productos, se toman en consideración los siguientes aspectos:

- Precios actuales en el mercado de productos similares.
- Precios actuales en el mercado de productos sustitutos.
- Obtención de ganancias suficientes para cubrir los compromisos adquiridos.

Pero debe tomarse en cuenta que si el producto que se esta proyectando ya se encuentra circulando en el mercado, el precio de venta deberá ser el de mercado en el momento de la evaluación del proyecto.

2.1.7.2) Matriz del precio de venta

Precio de Venta						
Costos Totales						% Utilidad
Costos de Producción			Gastos Comerciales			Otros Gastos
Costo Primo		Gastos indirectos de fabricación	Gastos de Venta	Gastos de Administración	Gastos Financieros	
Materia prima directa	Mano de obra directa					
Costos de Transformación						

En la matriz anterior puede observarse claramente cómo se establece un precio de venta, el cual es igual a:

Precio de Venta = Costo Total + Margen de Utilidad.

Ejemplo:

Para nuestro caso anterior de producción de PC Portátiles, si el empresario desea obtener una ganancia de 20% sobre el costo unitario, puede determinarse el precio de venta de la siguiente forma:

Costo Unitario= \$1,309.80 dólares.

Margen de Ganancia = 20% sobre el costo unitario = \$261.96 dólares.

Ahora, sustituimos en la ecuación:

Precio de Venta = \$1,309.80 + \$261.96

Precio de Venta por cada PC Portátil = **\$ 1,571.76 dólares.**

2.1.8) El punto de equilibrio

El punto de equilibrio muestra una situación en la cual la empresa ni gana ni pierde, y se realiza para determinar los niveles mas bajos de producción o ventas a los cuales puede funcionar un proyecto sin poner en peligro la viabilidad financiera.

Se utiliza para designar un nivel de operaciones, en el cual el proyecto no deja ni pérdida ni ganancia.

Entre mas bajo sea el punto de equilibrio, son mayores las probabilidades de que en el proyecto obtenga utilidades y menor el riesgo de que incurra en pérdidas.

Para calcularlo es necesario descomponer los costos en fijos y variables.

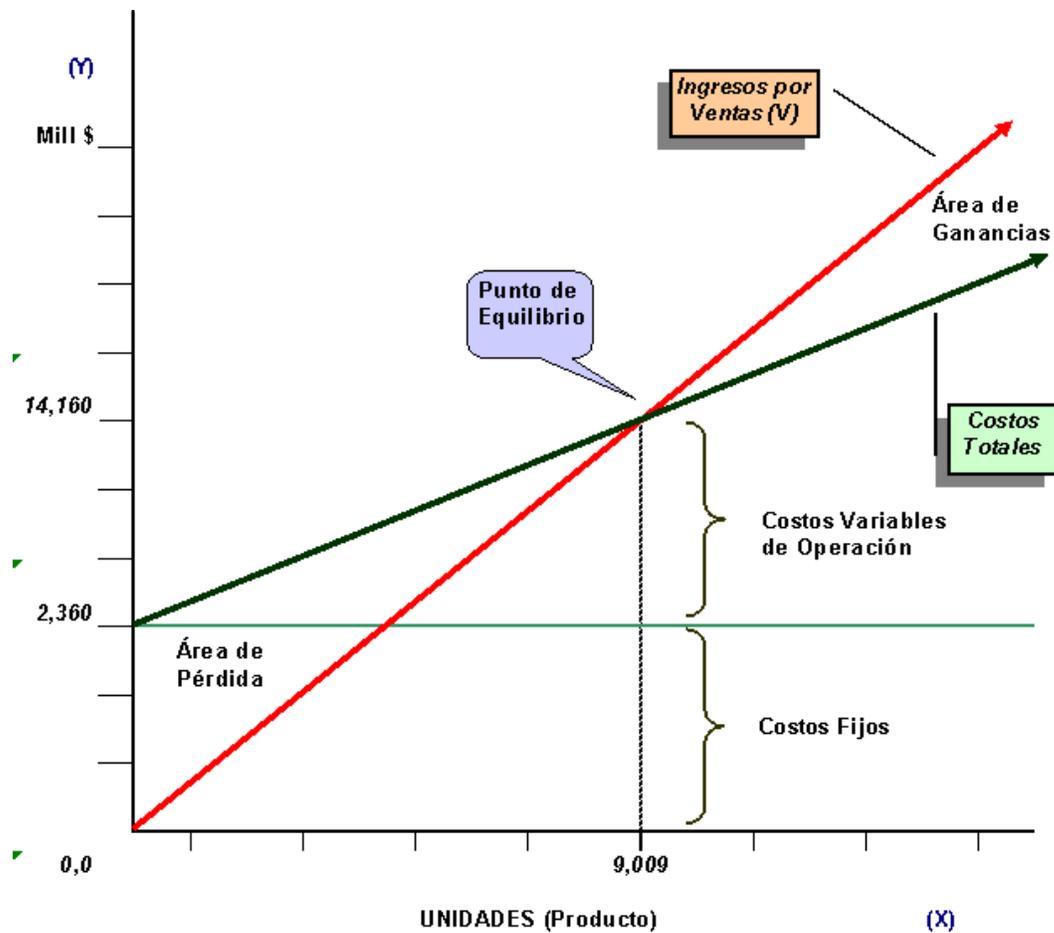
Los costos fijos permanecen constantes, independientemente del volumen de producción. Los costos variables guardan relación directa con el volumen de producción.

Es recomendable trabajar con datos anuales al momento de calcular el punto de equilibrio.

El Punto de Equilibrio se puede establecer mediante la siguiente formula:

$$PEQ(\text{unidades}) = \frac{\text{Costos Fijos}(CF)}{PV - CVU}$$

Gráficamente, el Punto de Equilibrio se representaría de la siguiente forma:



Si continuamos con el ejemplo de la producción de PC Portátiles, ya habíamos determinado los datos que necesitamos, a saber:

Costos Fijos = \$ 2,360,000 dólares.

Precio de Venta Unitario = \$1,571.76 dólares.

Costo de Venta Unitario = \$1,309.80 dólares.

Sustituyendo valores en la fórmula tenemos lo siguiente:

$$PEQ(\text{unidades}) = \frac{\$2,360,000}{\$1,571.76 - 1,309.80} = 9,009 \text{ Unidades aproximadamente.}$$

Entonces, para alcanzar el punto de equilibrio, la empresa necesita producir y vender un total de 9,009 PC Portátiles.

Ahora, necesitamos encontrar los ingresos necesarios para estar en equilibrio, para lo que se emplea la siguiente fórmula:

$$PEV(\text{valores}) = \frac{CF}{1 - \frac{CVU}{PV}}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$PEV(\text{valores}) = \frac{2,360,000}{1 - \frac{1,309.80}{1,571.76}} = \$14,160,000.00$$

En consecuencia, la empresa necesita obtener ingresos de \$14,160,000.00 dólares en concepto de ventas, para no ganar ni perder.

Para comprobar los cálculos, se realiza la siguiente operación:

(+) Ingresos: 9,009 unidades x \$ 1,571.76 = \$ 14,160,000.00

(-) Egresos: Costos Fijos = \$ 2,360,000.00

9,009 unidades x \$1,309.80 = \$ 11,800,000.00

2.8.1) Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se utiliza en los estudios de proyecto para estudiar el efecto en el resultado por el cambio de uno o varios elementos.

Se pueden realizar variaciones en uno o dos de los tres elementos que intervienen en el punto de equilibrio, obteniendo así diversos resultados, dependiendo a las simulaciones que se realicen.

Las consideraciones han de tomar en cuenta algunos conocimientos sobre el comportamiento de los precios, los costos unitarios y los costos fijos:

La formula que se emplea es la del Punto de Equilibrio en Unidades:

$$PEQ(\text{unidades}) = \frac{\text{CostosFijos}(CF)}{PV - CVU}$$

- Tomando en consideración una variabilidad en los costos unitarios, y manteniendo fijos el precio unitario y los costos fijos. De esta forma, al analizar el comportamiento histórico de los precios de los insumos, personal y otros materiales, se puede simular el aumento o disminución en los precios de los costos unitarios variables y estudiar los resultados.
- Tomando en consideración una variación en el precio unitario, y manteniendo fijos los costos variables y los costos fijos, se puede simular precios de acuerdo al comportamiento analizado en el estudio de mercado y estudiar el comportamiento del punto de equilibrio, viendo las tendencias que adopta.
- Tomando en consideración una variación en los costos fijos, manteniendo sin modificación los costos variables y el precio unitario. Puede considerarse simulaciones del comportamiento de los costos fijos, estudiando la conducta que han tenido o podrían tener de acuerdo a conocimientos de estos. Por lo tanto, se pueden obtener muchos resultados como cambios que se hagan en las variables, cometiéndose márgenes de error, de acuerdo a la experiencia o estimaciones que se efectúen.

2.1.9) Evaluación de proyectos

Puede afirmarse que la evaluación de proyectos es el medio indicado para rechazar o aceptar un proyecto a través de su factibilidad, o también, para establecer prioridades dentro de una selección de diferentes tipos de proyectos. La evaluación se hace por medio de coeficientes que expresan cuantitativamente los recursos utilizados por unidad del producto. Los criterios de evaluación dependen de los objetivos que se pretenden cubrir con dicha evaluación.

Debe señalarse que la evaluación de proyectos es una técnica de planificación, y la forma de tratar el aspecto contable no es tan rigurosa, lo cual se demuestra cuando por simplicidad, las cifras se redondean al millar más cercano. Esto se hace así, pues no hay que dejar de lado que se trata de predecir lo que sucederá en el futuro, y sería inadmisibles decir, por ejemplo, que los costos de producción para el tercer año de funcionamiento del proyecto serán de \$ 50,487,933.00 dólares. No hay manera de pronosticar con tanta exactitud el futuro. Por lo anterior, debe quedar claro y aceptado que el redondeo de las cifras a miles no afecta en nada la evaluación económica y no se rompe ningún principio contable, puesto que aquí no se trata de controlar las cifras del proyecto, sino de estudiar tendencias futuras en el ámbito económico del proyecto.

En la evaluación privada se valúan los bienes y/o servicios del proyecto a precios del mercado. También se le conoce como evaluación financiera y los coeficientes utilizados muestran la factibilidad económica y la rentabilidad. El criterio privado busca maximizar las utilidades del proyecto.

La evaluación privada se puede realizar de dos formas:

1. Evaluación Contable

2. Evaluación Financiera

2.1.9.1) Evaluación contable

A través de ratios se estudian los indicadores económicos de la empresa a través de los años.

Para evaluar financieramente a una empresa en funcionamiento, se pueden utilizar los ratios siguientes:

Razón de Circulante

$$RC = \frac{\text{Activo_Circulante}}{\text{Pasivo_Circulante}}$$

Como se observa en la fórmula, se obtiene dividiendo los activos circulantes sobre los pasivos circulantes. Los activos circulantes incluyen dinero, cuentas por cobrar o clientes e inventarios; los pasivos circulantes incluyen cuentas por pagar, notas por pagar a corto plazo, vencimientos en el corto plazo de deudas en el largo plazo, etc. La razón de circulante es la más empleada para medir la solvencia a corto plazo, ya que indica en qué grado es posible cubrir las deudas de corto plazo sólo con los activos que se convierten en efectivo a corto plazo.

Índice de Acidez

$$\text{Índice_de_Acidez} = \frac{\text{Activo_Circulante} - (\text{Inventario})}{\text{Pasivo_Circulante}}$$

Conocida comúnmente como "Prueba del ácido", se calcula restando los inventarios a los activos circulantes y dividiendo el resto por los pasivos circulantes. Esto se hace así porque los inventarios son los activos menos líquidos con que cuenta la empresa. Así, esta razón mide la capacidad de la empresa para pagar las obligaciones a corto plazo sin recurrir a la venta de inventarios. Se

considera que una relación de $\frac{1}{1}$ es un buen indicador para la prueba del ácido.

Rotación de Inventarios

$$\text{Rotación_de_inventarios} = \frac{\text{Costo_de_Ventas}}{\text{Inventarios}}$$

Como se puede observar, se obtiene dividiendo las ventas sobre los inventarios, ambas expresadas en unidades monetarias. El valor comúnmente aceptado de esta tasa es 9 a 1. Un problema en el cálculo de esta tasa es el método de evaluación de los inventarios. El segundo problema es que las ventas están calculadas sobre un año completo y los inventarios están tomados como un punto en el tiempo, como un promedio.

Período medio de recolección

$$PMR = \frac{\text{Cuentas_por_cobrar}}{\text{Ventas_diarias}} - \frac{\text{Cuentas_por_cobrar}}{(\text{Ventas_anuales})/365_días}$$

Representa la longitud promedio de tiempo que la empresa debe esperar después de hacer una venta antes de recibir el pago en efectivo. Un valor aceptado para esta tasa es 45 días.

Rentabilidad o margen de beneficio sobre las ventas

$$\text{Tasa_de_margen_de_beneficio} = \frac{\text{Utilidad_neta_despues_de_impuestos}}{\text{Ventas_totales_anuales}}$$

Su cálculo se realiza dividiendo la utilidad neta después de impuestos sobre las ventas totales. En realidad, tanto la utilidad neta como las ventas son una corriente de flujos de efectivo a lo largo de un periodo de un año y aquí está implícita la suposición de que ambas se dan en un mismo momento. Como la división se efectúa en ese instante y no hay traslación de flujos a otros periodos de tiempo, no es necesario considerar tasas de interés. El valor resultante oscila entre un 5% y un 20%, dependiendo del sector que se esté analizando.

2.1.9.2) Evaluación financiera

Valor Actual Neto.

"Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial" (G. Baca Urbina).

Entonces, el Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto, se puede definir como el valor obtenido actualizado separadamente para cada año; extrayendo la diferencia entre todas las entradas y salidas de efectivo que suceden durante la vida de un proyecto a una tasa de interés fija predeterminada. También incluye las inversiones las cuales deben ser rescatadas del flujo neto de ingresos y egresos.

Debe tomarse en cuenta que la tasa de actualización debe ser igual a la tasa de interés pagada por el prestatario y refleja el costo de oportunidad del capital.

Para determinar el VAN se utiliza el Flujos de Fondos de la empresa.

La fórmula que se emplea para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=n} (It - Et) \frac{1}{(1+i)^n}$$

De dónde:

Et = Egresos totales.

$$\frac{1}{(1+i)^n} = \text{Factor de actualización}$$

It= Ingresos totales.

Algunas situaciones que se pueden presentar en el análisis del VAN:

- Si resulta que el VAN es positivo (VAN>0), la rentabilidad de la inversión es mayor que la tasa actualizada o de rechazo. En consecuencia, el proyecto se acepta.
- Si el VAN es cero (VAN=0), entonces la rentabilidad es igual a la tasa de rechazo, por lo que el proyecto puede considerarse aceptable.
- Si el VAN es negativo (VAN<0), la rentabilidad se encuentra por debajo de la tasa de rechazo y en consecuencia, el proyecto debe descartarse.

Ejemplo de valor actual neto (VAN)

(En miles)

Año	INGRESO	EGRESO	FLUJO NETO	FACTOR	VAN
0	-.-	-.-	-.-	-.-	(12,845.40)
1	5,322.1	3,049.9	2,272.0	0.840	1,908.60
2	6,386.4	3,424.4	2,962.0	0.706	2,091.10
3	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.593	2,204.29
4	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.498	1,851.16

5	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.149	1,557.50
6	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.352	1,308.45
7	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.296	1,100.00
8	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.248	921.80
9	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.208	773.20
10	7,451.0	3,733.8	2,717.2	0.175	650.50
					1,521.4

Para el caso de la tabla anterior, con una tasa de descuento de aproximadamente 19%, el resultado es un VAN positivo, por lo que se acepta la ejecución del proyecto. En el año cero (0) aparece la inversión inicial, y a partir del año 1 los flujos resultaron ser positivos, entonces la suma de todos los flujos se le resta a la inversión inicial de \$12,845.4 por ser desembolso, lo que brinda un valor positivo final.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

Es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, o es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Para aplicar la TIR, se parte del supuesto que el VAN=0, entonces se buscará encontrar una tasa de actualización con la cual el valor actualizado de las entradas de un proyecto, se haga igual al valor actualizado de las salidas.

La ecuación de la TIR es la siguiente:

$$\sum_{t=0}^{t=n} (It - Et) \frac{1}{(1+i)^t} = 0$$

En consecuencia, la decisión de invertir se realiza contrastando la TIR con una tasa mínima, lo que da la tasa aceptable mínima a que debe calcularse el crecimiento del capital invertido.

La tasa límite es igual a la tasa de interés efectiva de los préstamos a largo plazo en el mercado de capitales, o bien, la tasa de interés que paga el prestatario por el préstamo requerido para la inversión.

Cuando el VAN cambia de signo se emplea la siguiente expresión:

$$TIR = i + \frac{VAN(+).i^2 - i}{VAN(+)+VAN(-)}$$

Ejemplo:

Un capital de \$100 millones se invirtió durante 2 años en un negocio de elaboración de muebles, y durante dicho horizonte generó un flujo de efectivo de \$50 millones en el primer año y \$150 millones en el segundo año.

¿Cuál fue la TIR del proyecto?

Sustituyendo en la fórmula tenemos que:

$$0 = \frac{100}{(1+i)^0} + \frac{50}{(1+i)^1} + \frac{150}{(1+i)^2}$$

Simplificando algebraicamente nos queda la siguiente expresión:

$$0 = -100 - 200i - 100i^2 + 50 + 50i + 150$$

Reduciendo términos semejantes:

$$0 = -100i^2 - 150i + 100$$

Dividiendo por 50, tenemos:

$$0 = -2i^2 - 3i + 2 \Rightarrow 0 = aX^2 + bX + c$$

Utilizando la ecuación para resolución de problemas de segundo grado con una incógnita,

$$i = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \text{ encontramos que:}$$

$$\mathbf{TIR = 50\%}$$

Criterios de aceptación o rechazo de proyectos con base a TIR:

La TIR, al igual que otros indicadores tiene dos criterios a seguir para aceptar o rechazar proyectos de inversión:

- Si la TIR es mayor o igual que la Tasa Mínima Atractiva, el proyecto se acepta. (TIR = TMA).
- Si la TIR es menor que la Tasa Mínima Atractiva, el proyecto se rechaza.

(TIR < TMA).

2.1.10) Evaluación social de proyectos

Al realizar una evaluación social de un proyecto, se miden los efectos indirectos que se tendrán con la implementación del proyecto.

La recuperación de la inversión lograda por la implementación del proyecto, podría ser contraproducente para el medio ambiente, puesto que en muchas ocasiones en la evaluación del proyecto, solamente se toma en consideración la evaluación privada, desatendiendo las repercusiones que tendría el proyecto, en mal de la sociedad. Verbigracia: Un proyecto muy rentable, pero que genere gran contaminación al medio ambiente.

El criterio social busca maximizar los beneficios (no solo utilidades), crear empleo, nivelar la balanza comercial, incrementar el valor agregado, ayudar a un sector de la población con ciertas características, etc.

Impacto sobre la economía.

En el marco económico social, en la evaluación de proyectos se consideran las situaciones siguientes:

2.1.10.1) Efectos sobre el empleo

Se mide el efecto del impacto que repercute en el empleo la ejecución del proyecto, tanto empleo directo como indirecto. Además, puede dar lugar a la creación de otros proyectos que proporcionan mas ocupación en zonas del interior del país, mas producción y, con ello, mas ingresos que incrementan la demanda de servicios privados.

EMPLEOS GENERADOS

Proyecto "XX", Año "X"

Origen del efecto	Mano de Obra Calificada	Mano de Obra No calificada	A + B	Inversión realizada
			Total	
	A	B		C

En el proyecto				
En proyectos agropecuarios				
Otros proyectos que utilizan nuestros productos				

Partiendo del punto de vista del empleo, esta matriz refleja la fuerza de trabajo a analizar para evaluar dicho proyecto, y estableciendo para un año la inversión de empleo según la siguiente fórmula:

$$\frac{A+B}{C}$$

2.1.10.2) Distribución

El Valor Agregado (VA) puede distribuirse así:

- Personas que tienen un empleo remunerado dentro del proyecto, es decir, el valor total de los sueldos, salarios y prestaciones que se brindan en el proyecto en el período de un año.
- Individuos que reciben beneficios.

Valor de las ganancias, usufructos, alquileres, etc. generados por el valor agregado del producto.

- Sector Público.

Valor agregado que absorbe el Estado en concepto de tributos, aranceles, seguros, etc.

- No distribuido.

Valor no repartido que permanece en la organización como Reserva.

Se debe reconocer los grupos sociales y la zona de localización del proyecto, así como los futuros beneficios que de ello provengan a través del estudio del valor agregado entre las personas que reciben ganancias y sector público (impuestos, seguros, etc.).

Las prestaciones sociales podrían ser: reserva de vivienda, seguridad social, colegios, parques y zonas recreativas, etc. Y lo que se espera es que la zona elegida, donde se encuentra ubicado el proyecto, sea la substancial beneficiada y que reciba un alto valor agregado en forma de sueldo para los trabajadores, ganancias a los empresarios, gravámenes a las autoridades y mayor bienestar de la población en general.

2.1.10.3) Efectos sobre Divisas.

La evaluación económica se hace a través de un análisis de los efectos de divisas en el país, donde se debe considerar tanto la Balanza de Pagos como la Sustitución de importaciones.

La ausencia o escasez de divisas es un obstáculo para el desarrollo de un país, por lo cual la creación de proyectos que utilicen insumos nacionales y que elaboren productos que se importan, contribuye a mejorar la balanza de pagos del país.

2.1.10.4) Competencia Internacional.

Descansa en determinar si los productos de un proyecto encaminado al mercado internacional serán competitivos con el resto de bienes.

Esta investigación deberá llevarse a cabo para proyectos cuya proporción económica es mucho mayor de lo que el mercado interno puede absorber, se hace a través de organismos internacionales que especifican las demandas de bienes, los cuales se contactan en forma directa o indirecta con Instituciones Estatales, tales como Comercio Exterior, detallando las condiciones del oferente y cláusulas con respecto a cantidad, calidad, precio, etc.

En síntesis, las secuelas directas e indirectas que suscitan los proyectos, se compendian en mejores condiciones de vida, salud, educación, disminución del índice de desempleo, etc.

Por lo tanto, los beneficios logrados con la ejecución de un proyecto, se miden por las repercusiones directas que influyen en el desarrollo económico y social de la zona.

2.1.11) Evaluación del impacto ambiental del proyecto

La grave crisis ambiental mundial merece medidas objetivas de solución a dicho problema, por ello se necesita promover tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente, desarrollar diálogos ambientales participativos, arborización de calzadas y avenidas, programas de reforestación, evitar al máximo el uso de productos biodegradables, implementar planes de desarrollo sustentable, y sobre todo evitar la erosión de la superficie terrestre, contaminación de aguas y control de desechos industriales, protegiendo además la flora y la fauna nativa.

No puede seguirse manifestando que los recursos naturales son ilimitados, la conservación de éstos depende de la educación del hombre respecto a su visión de la naturaleza, que debe estar en armonía con los aspectos sociales, económicos y culturales.

La elaboración de estudios de impacto ambiental, en nuestros días, constituye un requisito complementario indispensable en todo proyecto de desarrollo. Debe considerarse en industrias, como agroindustrias y construcciones, ya que pueden generar externalidades negativas en su ejecución u operación.

Los estudios de impacto ambiental deben ser elaborados con base de una realidad histórica y social de las comunidades y las áreas a ser afectadas por el proyecto.

Los técnicos encargados de llevar a cabo los estudios de impacto ambiental deben ser muy profesionales, éticos y excelente calidad humana, y dichas personas deben ser visionarias de los posibles efectos a futuro que tendrán los proyectos ejecutados.

2.1.11.1) Definición de Estudio del Impacto Ambiental.

Constituye el proceso de estudio técnico y multidisciplinario que se lleva a cabo sobre el medio físico, biológico y socioeconómico de un proyecto propuesto, con el propósito de conservar, proteger, recuperar y/o mejorar los recursos naturales existentes, culturales y el medio ambiente en general, así como la salud y calidad de vida de la población.

2.1.11.2) Objetivo de la Evaluación del Impacto Ambiental.

- Identificar, predecir y describir los efectos negativos y de beneficio de un proyecto propuesto.

Deber ser comunicado en lenguaje sencillo y comprensible por la comunidad y por el nivel de decisorio.

Los beneficios y desventajas deberán ser identificados con base en criterios relevantes a las comunidades afectadas.

2.1.11.3) Aspectos Ecológicos y Ambientales

Los principales aspectos a considerar durante la evaluación del impacto ambiental son:

- Descripción técnica de las características y actividades del proyecto.
- Impactos ambientales significativos de las actividades propias del proyecto.
- Evaluación del medio ambiente del Proyecto y descripción de su área de influencia.
- Ámbito geográfico y aspectos bióticos y abióticos del área de estudio del Proyecto.
- Caracterización de los impactos ambientales potenciales en la flora.
- Caracterización de los impactos ambientales potenciales en la fauna.
- Caracterización de los impactos ambientales potenciales en los suelos.
- Caracterización de los impactos ambientales potenciales en los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Caracterización de los impactos potenciales en la calidad del aire.
- Caracterización de los impactos potenciales en la calidad del paisaje.
- Caracterización de los impactos potenciales en los aspectos socioeconómicos.
- Caracterización de los impactos ambientales en relación con el patrimonio cultural.

2.1.11.4) Determinación de obras, procesos y/o medidas de protección ambiental de los Impactos ambientales relevantes.

Para la determinación de obras con impacto ambiental debe considerarse:

- Tratamiento de desechos sólidos y líquidos
- Uso de tecnologías alternativas apropiadas y adaptadas.

2.1.11.5) Plan de implementación de las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación deberán tomar en cuenta:

- Coordinación con instituciones públicas.
- Establecimiento de medidas de atenuación adecuadas.
- Desarrollo de un plan de contingencia.
- Desarrollo de un programa de higienes y salud ocupacional.
- Desarrollo de un programa de Educación Ambiental.
- Programa de mantenimiento y tratamiento de los desechos líquidos sólidos.

2.1.11.6) Costos de obras, procesos y/o medidas de protección ambiental y del plan de monitoreo.

Los costos de las obras para la protección ambiental deben entrar en el presupuesto del proyecto, ya que constituye una parte integral del mismo, por lo que deben realizarse las siguientes actividades.

- Evaluación económica de las medidas propuestas
- Determinación de los costos de cada actividad y proceso
- Creación de un fondo ecológico para mejorar las condiciones ambientales del área e influencia del proyecto y de su entorno.

2.1.11.7) Plan de monitoreo ambiental.

Debe crearse un plan para controlar la supervisión y mantenimiento de obras de proceso, revisando todos los puntos que puedan causar algún tipo de impacto ambiental.

2.1.11.8) Evaluación Técnica-Legal del estudio de impacto ambiental por las autoridades correspondientes

La evaluación técnica-legal se enfoca principalmente en la aplicación de normas de calidad ambiental, tanto nacionales como estándares internacionales.

2.2) Hidroponía

2.2.1) Que es la hidroponía?

El vocablo hidroponía proviene de dos palabras griegas “hydros” que significa agua y “ponos” que significa trabajo, se concibe a la hidroponía como una serie de sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, son aplicados en forma artificial y el suelo no participa en la nutrición.

2.2.2) Historia de la hidroponía

Los principios son encontrados desde la más remota antigüedad en China, Egipto e India.

Leonardo Da Vinci también experimento en este campo. En el 1600 el belga Helmont realizo experimentos que demuestran la obtención de nutrientes por parte de las plantas. R. Boyle (1600) realizo experimentos de crecimiento de plantas en vasos. En 1699 Woodward demostró finalmente como las plantas obtenían alimentos.

Posteriormente en 1860 los alemanes Sachs y Knop fueron los primeros en hacer crecer las plantas en una solución nutritiva, llamando al proceso "nutriculture".

Diferentes trabajos de investigación fueron realizados hasta llegar a 1929, donde William F.Gricke, profesor de la Universidad de California, Davis, define el proceso como hidroponía que significa "agua que trabaja". Durante la segunda guerra mundial las fuerzas aliadas instalan en sus bases sistemas hidropónicos para proveer de vegetales y frutas frescas a las tropas en conflicto. Luego, la hidroponía comercial se extiende a través del mundo en 1950.

Mas recientemente se produce un mayor crecimiento de la hidroponía, al desarrollarse la industria de los plásticos y desarrollo de nutrientes y sustratos.

2.2.3) Ventajas en el uso de la hidroponía

Las ventajas en el uso de los sistemas hidropónicos pueden resumirse en los siguientes aspectos:

Menor numero de horas de trabajo y mas livianas

En general estos sistemas requieren de un menor numero de horas de trabajo que los sistemas convencionales de producción, ya que no solo pueden automatizarse sino que además la naturaleza de las tareas es sensiblemente diferente en estos sistemas. Además en general las tareas son más livianas que en los sistemas convencionales, por lo que puede existir un ahorro sensible en mano de obra y por lo tanto en costos.

No es necesaria la rotación de cultivos

En estos sistemas no es necesaria la rotación de cultivos en el sentido estricto como se utiliza en los sistemas convencionales, básicamente por la no existencia de suelo.

No existe la competencia por nutrientes

No existe la competencia por nutrientes, ya sea por plantas voluntarias o por microorganismos de suelo.

Las raíces se desarrollan en mejores condiciones de crecimiento

Tanto en medios artificiales como en agua el desarrollo radicular adquiere su mejor desarrollo sin impedimentos físicos ni nutricionales, comparados con los sistemas tradicionales donde se suceden problemas de compactación, baja infiltración, condiciones de anaerobiosis para las raíces, que conspiran en su desarrollo.

Mínima pérdida de agua

A través de estos sistemas se realiza un uso eficiente del agua, ya que esta es aportada en las cantidades necesarias y en forma controlada. Además en sistemas hidropónicos se minimizan las pérdidas por infiltración y evaporación.

Mínimo problema con las malezas

El problema de malezas se considera mínimo en estos sistemas, ya sea que los medios son estériles o son esterilizados, además que el problema de formación de algas en el sistema puede ser minimizado. De hecho al no existir suelo, el problema de las malezas tiende a desaparecer.

Reducción en aplicación de agroquímicos

En general la aplicación de agroquímicos se reduce en estos sistemas, ya que el suelo como fuente de hospedaje o ciclo de enfermedades desaparece, de todos modos los sistemas hidropónicos no son inmunes a la presencia de patógenos sobre todo aquellos que pueden colonizar medios líquidos.

Por otro lado las plagas pueden tener una incidencia similar que en los sistemas tradicionales, pero en la medida que se implementen estrategias de control, como el control integrado de plagas y enfermedades, así como un mejor control de las condiciones de crecimiento, redundara en una aplicación menor de plaguicidas.

El sistema se ajusta a áreas de producción no tradicionales

La implementación de estos sistemas permite ampliar el horizonte agrícola permitiendo la inclusión de áreas urbanas y suburbanas para la producción. En general es posible desarrollar producciones comerciales exitosas en áreas tan pequeñas como el fondo de una casa. Esto permite una plasticidad en la evolución del volumen y el área de cultivo muy diferente a la obtenida con los cultivos realizados en los sistemas tradicionales.

2.2.4) Desventajas en el uso de la hidroponía

Costo inicial alto

Estos sistemas presentan un costo inicial alto debido a las inversiones a realizar, de todos modos esto variara dependiendo del sistema elegido y del control que se desee realizar del ambiente de crecimiento.

Si vamos a sistemas donde se controla la temperatura, humedad y luz del lugar de crecimiento del cultivo, tendremos mayores grados de inversión en equipos de medición y control. Por otro lado sistemas que requieran un aporte energético, como los sistemas circulantes, diferirán en los costos de aquellos sistemas flotantes o estáticos.

Se requieren conocimientos de fisiología y nutrición

Este tipo de producciones demandan una mayor especialización del productor, exigiéndole un grado mayor de conocimientos respecto al funcionamiento del cultivo y de la nutrición de este.

Repentinos cambios de temperatura o de ventilación tendrán respuesta directa en el cultivo, sobre todo en ambientes protegidos. El íntimo contacto del productor con el cultivo permitirá prevenir tales cambios ambientales y la regulación de las necesidades nutricionales de acuerdo a las exigencias de este.

Desbalances nutricionales causan inmediato efecto en el cultivo

Al no existir suelo se pierde la capacidad buffer de este frente a excesos o alteraciones en el suministro de nutrientes, es por ello que de forma inmediata se presentan los síntomas tanto de excesos como de déficits nutricionales. El productor deberá estar muy atento al equilibrio de la formula nutricional y a sus cambios durante el ciclo.

Se requiere agua de buena calidad

Así como en los sistemas tradicionales de producción se necesita un suelo de adecuadas condiciones para la producción, en los sistemas hidropónicos se requiere agua de buena calidad, sobre todo libre de contaminantes y de excesivas sales, con un pH cerca-no a la neutralidad.

Aguas comúnmente duras cargadas de excesos de sales significan el desarrollo de formulaciones especiales, cuando no son limitantes del proceso productivo. En el cuadro siguiente se presenta un análisis comparativo de sistemas de cultivo tradicional y los hidropónicos o sin suelo.

2.2.5) Tabla comparativa de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo

	Sobre Suelo	Sin Suelo
Nutrición de Planta	Muy Variable Dificil de Controlar	Controlada, estable Fácil de chequear y corregir

Espaciamiento	Limitado a la fertilidad	Densidades mayores, mejor uso del espacio y la luz
Control de Malezas	Presencia de malezas	Prácticamente inexistentes
Enfermedades y Patógenos del suelo y nematodos	Enfermedades del Suelo	No existen Patógenos del suelo
Agua	Plantas sufren estrés Ineficiente uso del Agua	No existe estrés hídrico Perdida casi nula

Fuente: *Universidad de OSAKA, Japón, JICA, Curso de Horticultura Protegida 1998*

2.2.6) Alternativas de uso

Las alternativas de uso son innumerables, ya que la mayoría de los cultivos comerciales se adaptan a los sistemas de producción englobados dentro de la hidroponía. Desde hortalizas a arboles frutales, producción de cereales etc., son factibles de ser producidos bajo los sistemas hidropónicos.

El cuando, el como y que sistema y en que cultivo se debe aplicar estos sistemas de producción, debe ser resultado de una serie de valoraciones que deben realizarse frente a cada circunstancia, donde deben ponderarse los pro y las contras del sistema que se pretende aplicar.

Se deben contemplar aspectos de costos, calidad de los recursos, así como su abundancia y disponibilidad. También es muy importante la idiosincrasia del productor y su facilidad de adaptación al cambio y adopción de estas nuevas tecnologías.

2.3) Requerimientos

2.3.1) Generalidades

Toda planta crece a partir de seis factores fundamentales, que son:

- Luz
- Agua
- Nutrientes
- pH y electro conductividad
- Aire

-Sustrato

-Temperatura

Antes de que se inventara el cultivo en invernadero, y luego en interiores, estos seis elementos dependían enteramente del clima y la tierra, complementados por el campesino con alguna especie de abono; en el caso más elemental, los restos secos de la cosecha previa se quemaban, para usar esa ceniza como fertilizante (ya que contiene calcio y potasio).

Actualmente podemos controlar la calidad de cada uno de estos factores que requiere la planta para crecer, así mismo podemos intensificar el cuidado, vigilancia y mejoramiento continuo de los cultivos.

Ahora veamos los factores uno por uno, ya que ese repaso permite especificar el sistema en cuestión.

2.3.2) Luz

El requerimiento mínimo de luz directa que debe tener una hortaliza es de 6 horas

Por ello, el requerimiento mínimo de luz directa que debe tener una planta es de 6 horas, así que antes de seleccionar un lugar para tu planta, verifica que este lugar perciba dicha cantidad de luz y que sea de manera directa; o sea que, no haya ningún objeto que esté obstruyendo la luz como podrían ser cristales y domos opacos. Si falta ésta cantidad de luminosidad empezaremos a tener diversos problemas. Primero notarás que las plantas detendrán su crecimiento y después que las hojas y tallos perderán color hasta ponerse amarillas; y finalmente las flores aplazarán su salida, o si ya están presentes, caerán afectando directamente en tu producción, como en el caso del jitomate y el chile, que dependen de las flores para fructificar.

Es imprescindible para producir clorofila e hidratos de carbono; sin ella, el follaje se vuelve amarillo y la planta muere. No obstante, el mundo verde sólo usa parte del espectro luminoso, y sobre todo las longitudes de onda que vemos como azul y rojo.

Podemos utilizar la luz natural directa, sin embargo esto tiende a aumentar el problema de enfermedades y plagas de las plantas, es recomendable utilizar invernaderos con plásticos especializados en dejar pasar las longitudes de onda que las plantas requieren para la fotosíntesis.

Para alcanzar los máximos niveles de producción agrícola es necesario complementar las horas de luz natural mediante iluminación artificial, así mismo para controlar los ciclos de crecimiento y floración de las plantas se requiere poder controlar las horas de luz que recibe la planta al día.

La agricultura estuvo muy limitada hasta descubrirse lámparas casi comparables a la luz solar en intensidad y con el debido espectro de color, pues sólo entonces pudo comprobarse que las plantas agradecen un fotoperiodo -esto es, una proporción diaria de luz y oscuridad- muy superior al proporcionado por el sol en estaciones distintas del verano.

Por supuesto, si la fuente lumínica es artificial no hay nubes, nieblas, tormentas o accidentes del terreno que atenúen su recepción durante la jornada; todo el problema de sustituir o complementar (si se trata de un invernadero) idóneamente al sol se zanja situando el foco lumínico a la distancia conveniente de cada planta.

Si está demasiado lejos, se estirarán como delgados filamentos en vez de crecer homogéneamente, y si está demasiado cerca quemará las partes más próximas traumatizando a la planta, dependiendo de los vatios de cada bombilla, la distancia idónea para lámparas potentes estará entre los 30 y los 60 centímetros.

Naturalmente, cuando la fuente de luz es fija y única -como una bombilla en el techo las plantas desarrollarán mucho más sus partes superiores, y mucho menos el resto; eso sucede ya a cielo abierto, aunque en medida bastante menor. De ahí que una buena instalación suponga también focos horizontales (o uno móvil) de menor intensidad, para alimentar a las partes medias e inferiores. Para el cultivador hidropónico los verdaderos límites están en el calor y, finalmente, en el espacio disponible, porque las plantas se deleitan absorbiendo tantos lúmenes como queramos, pero las bombillas no deben abrasar ninguna de sus partes, y la temperatura del cuarto no debe rebasar ciertos niveles.

Las primeras lámparas útiles en agricultura fueron las de flúor, cuyo espectro es casi idéntico al solar, aunque les falte brillo para elevar sustancialmente el desarrollo de plantas hechas a mucho sol. Para jardinería de interior suelen usarse fluorescentes de rendimiento muy alto o VHO (very high output), que si bien consumen el triple de electricidad rinden el doble de luz, y resultan muy útiles para lograr que arraiguen esquejes, ya que el proceso de clonación está más expuesto al riesgo de abrasamiento por luz excesiva.

Más tarde aparecieron los cinco halógenos, cuyo principio no es el filamento incandescente sino una cámara donde el fluido eléctrico atraviesa cierto gas sujeto a gran presión, produciendo lo que se denomina una descarga de alta intensidad o HID (high intensity discharge). En recintos pintados de blanco por los cuatro costados, o revestidos por algún material reflectante, las lámparas de HID ofrecen una cantidad de lúmenes que no desmerece demasiado a los de un mediodía estival.

Dentro de la categoría HID hay varias lámparas de haluro metálico, destacando entre ellas las que fabrican General Electric (Multivapor), Sylvania (Metalarc) y Philips/Westinghouse (MetalHalide). Sin embargo, las bombillas más eficaces -por lúmenes y duración son las que combinan sodio, mercurio y xenón, llamadas habitualmente HPS (high pressure sodium), cuyo rasgo común es emitir un fulgor a medio camino entre el amarillo y el naranja; los HPS más vendidos hoy son el modelo de General Electric (Lucalox), el de Sylvania (Lumalux), el de Westinghouse (Ceramalux), el de Phillips (Son Agro) y el fabricado por Iwasaki, que tiene fama de ser el mejor por su excepcional rendimiento en luz azul.

Naturalmente, dichas lámparas se adaptan a una amplia gama de vatios, que van desde 35 a 1.000. Las de 400 vatios duran casi el doble que las de 1.000, sobrecargan menos los cables (previniendo cortocircuitos y quemaduras), y bastan para un metro cuadrado de cultivo; dependiendo del tamaño final de cada planta, en esa extensión caben tres, ocho y hasta más ejemplares. Rasgo común a toda lámpara de HID es ir acompañada de una caja que incluye condensador y

transformador, lo primero para proporcionar una carga intensa y rápida, y lo segundo para controlar el libre flujo de corriente dentro de la bombilla; es habitual que incluya también un fusible muy seguro.

El precio conjunto de lámpara y caja para 400 vatios varía en función de fabricantes y países, aunque en Estados Unidos y Holanda ronda los 300 dólares; en México los precios pueden ser considerablemente más altos, y también más bajos, separadas, una bombilla, el transformador y el condensador pueden costar entre 3000 y 5000 pesos. Cada lámpara suele incluir dos bombillas, una con el espectro lumínico ideal para crecimiento y otra con el adaptado a floración. También es imprescindible una pantalla reflectora, hecha de metal resistente al calor, que suele ir aparejada al equipo y puede adoptar formas diversas.

Estos prodigios de brillo tardan tres o cuatro minutos en alcanzar su plena descarga de energía, y ponerlos en marcha toma dos o tres veces más tiempo cuando están recién apagados. Si bien las bombillas son muy resistentes antes de empezar a usarse, el régimen de elevada temperatura al que trabajan las hace bastante frágiles para lo sucesivo.

Una vez encendidas, por ejemplo, algunas gotas de agua que toquen el cristal pueden hacerlas implosionar, y también es posible que en frío se les averíe irreparablemente con una mera sacudida brusca. Como soportan mal los cambios de tensión eléctrica -sobre todo cuando llegan al apagón, una cautela fundamental es desenchufarlas cuando eso se produzca, y no volver a enchufarlas hasta 10 ó 20 minutos después, cuando ya se hayan enfriado.

A pesar de estos inconvenientes, el empleo cuidadoso asegura una vida media de 24.000 horas para las bombillas de 1.000 volts, lo cual significa funcionar cinco años a una tasa de 12 horas/día. No obstante, es más realista cambiar de bombillas cada año, porque cuestan unos 700 pesos y van perdiendo lúmenes con el tiempo.

Dado el costo de cada lámpara, es absolutamente recomendable complementar su acción con un temporizador, que puede adquirirse por apenas nada. El temporizador no sólo evita enchufar y desenchufar la caja, sino que permite planificar durante días, semanas o meses el fotoperiodo, encendiendo y apagando a la hora prevista. La automatización redondea las ventajas de ese sol particular, que el agricultor hidropónico pone al servicio de sus necesidades.

Queda, por último, asegurar el circuito eléctrico con una instalación que evite sobrecargas y fugas. Cualquier tacañería en este capítulo es un ahorro del loro, que puede desembocar en fallos, incendios e incluso descargas mortales, porque la hidroponía supone una presencia constante de agua.

La caja de una lámpara HID contiene, por ejemplo, un condensador que puede acumular cargas extremadamente altas durante meses, y ahorrárselo -comprando el condensador y el transformador por separado-, es cosa reservada a peritos; naturalmente, la caja no debe rozar el suelo ni otras zonas de posible humedad.

Por otra parte, un equipo de 400, 600 o 1.000 volts es poca cosa comparada con los electrodomésticos más habituales; una plancha o un horno eléctrico, por ejemplo, consumen 1.200

y 1.400 volts respectivamente; el lavaplatos consume hasta 2.800 en ciertos momentos. Un hogar actual modesto mueve intensidades cinco o seis veces superiores, y soluciona su funcionamiento con cables de suficiente grosor, raquetas para enchufes múltiples y una pluralidad de circuitos, cada uno dotado de su fusible, listo para saltar cuando se superan ciertos amperes.

La intensidad y la calidad de la luz que recibe una planta es el factor determinante de si esta logra o no crecer y desarrollarse, ya que a través de los rayos luminosos, la planta puede realizar el proceso de la fotosíntesis y captar la energía luminosa para transformarla en carbohidratos, oxígeno y otros componentes que son indispensables para su crecimiento, desarrollo, floración, etc.

Los síntomas antes mencionados los podrías confundir con la carencia de algún nutriente, por lo que antes de hacer conjeturas revisa si tu cultivo está teniendo realmente la cantidad de luz mínima necesaria.

2.3.3) Agua

Es fundamental la humedad en todo el medio ambiente de la planta. No solamente es importante mantener el sustrato húmedo según la técnica hidropónica que estemos usando, si no también es importante que el ambiente tenga un nivel de humedad entre el 50 y 70% dependiendo el tipo de hortaliza

Una humedad muy baja provoca en las plantas que se generen plagas de insectos. Una humedad muy alta genera hongos, por eso en este aspecto es importante no irse a los extremos

Llamado corriente de transpiración- es tan esencial para una vida vegetal como la luz. Los capilares de la raíz absorben agua, nutrientes y oxígeno del suelo, transportándolos desde el tronco hasta las hojas. Parte del agua se emplea para la fotosíntesis, mientras otra parte devuelve a la raíz azúcares y almidones producidos por la planta.

La proporción de acidez y alcalinidad del agua se mide con el factor pH (1 es máxima acidez, 14 máxima alcalinidad), que no debe ser inferior a 5,5 ni superior a 7 para plantas que crecen sobre tierra, aunque las de cultivo hidropónico rinden más con un nivel 6-6,5. Toda buena tienda de jardinería vende medidores digitales de pH, que son los más sencillos de usar; en su defecto hay medidores electrónicos o, en el peor de los casos, papel de tornasol con las instrucciones adecuadas para su empleo, el agua potable suele contener niveles altos de cloro, que se evaporará dejándola reposar un par de días en algún recipiente abierto.

Más grave es la proporción de azufre y sales alcalinas, porque la sal líquida a cualquier planta a partir de cierta concentración. Hasta hace relativamente poco, el cultivador debía recurrir a procedimientos inseguros para elevar o disminuir el pH como vinagre blanco, cáscaras de huevo pulverizadas o ceniza, pero actualmente es sencillo comprar líquidos que realizan esas dos funciones con precisión y comodidad, como bien saben quienes tienen peceras, el exceso de acidez se solventa con pequeñas cantidades de bicarbonato sódico (vieja cura para el ardor de estómago).

En agricultura tradicional uno de los problemas, especialmente en el caso de plantas pequeñas, es demasiado riego, que pudre la raíz y corta el suministro de oxígeno hacia los tallos. Sus síntomas son hojas rizadas y amarillentas, suelo empantanado, hongos y desarrollo lento. Pero la hidroponía

avanzada, hecha sobre medios no terrosos suprime esa molesta posibilidad; cualquier exceso de agua va siendo drenado, al resbalar sobre materiales como lana de piedra o arcilla expandida, según veremos.

El problema contrario, la falta de riego suficiente es una plaga milenaria para todo tipo de campesinos, que se agrava en función de algunos suelos, incapaces de retener la humedad. Pero la hidroponía es muy económica, hasta el extremo de que un tanque con veinte litros basta para irrigar un metro cuadrado de terreno durante siete o diez días (dependiendo del tamaño de las plantas), pues esa agua es reciclada continuamente.

Si estás haciendo tu instalación en un lugar donde hay muchas plantas, por ejemplo en el campo, entonces el medio ambiente ya cuenta con una buena humedad; pero si piensas colocar tu instalación en la ciudad, donde hay pocas plantas alrededor, es muy probable que haya poca humedad en el ambiente. Esto último se puede corregir fácilmente con estos sencillos consejos:

- *Rociando agua con un aspersor cada vez que vayamos a revisar nuestras plantas.

- *Teniendo cada vez mas plantas, ya que las plantas transpiran y eso crea una humedad en el ambiente.

- *Vertiendo agua en el suelo y dejando que esta se evapore; así que podemos aprovechar para limpiar el lugar y que este tenga un buen nivel de humedad.

- *En algunos casos, podemos tener alguna clase de contenedor o pileta de agua cerca, pero no lo recomiendo mucho ya que se pueden generar micro-algas si no está bien oxigenada

En una instalación comercial ya es indispensable monitorear los valores de humedad relativa y tratar de mantenerla al 60% , pero para una instalación casera con seguir los pasos anteriores es más que suficiente

2.3.4) Nutrientes

Los nutrientes son esenciales y tienen actividades metabólicas específicas en las plantas. En los suelos se encuentran disponibles de forma natural, aunque cada tipo de suelo contiene diferentes cantidades de nutrientes; por eso es que antes de cultivar en suelo se hace un análisis el cual determinará que nutrientes existen en ese sitio, después se seleccionan abonos que ayudan a fertilizarlo y compensar las deficiencias.

Cuando cultivamos a través de la hidroponía se utilizan sustratos que no contienen nutrientes, y esa es la razón de que tengamos que proporcionárselos de forma indirecta a las plantas a través de una solución nutritiva.

Se conocen hoy 16 nutrientes necesarios para la vida vegetal, que suelen clasificarse en dos categorías, nitrógeno, fósforo y potasio son llamados nutrientes primarios o macro nutrientes, debido a su papel específico. El nitrógeno regula la producción de proteínas y es primario en el crecimiento de hojas y tallos. El fósforo es imprescindible para la fotosíntesis, y asegura el mecanismo de transferencia energética dentro de la planta. El potasio es esencial para la producción de azúcares y almidones, así como para la división celular.

Elementos secundarios son el magnesio (fundamental para absorber energía lumínica, y neutralizar residuos tóxicos producidos por la planta), y el calcio, sin el cual no es posible la producción y crecimiento de células, pues debe estar presente siempre en la punta de cada raíz, hoja o flor.

Se llaman micro nutriente -por actuar en cantidades mínimas, básicamente como catalizadores para distintos procesos- siete elementos más: hierro, azufre, manganeso, boro, molibdeno, zinc y cobre. Esto no agota los elementos actuantes en el desarrollo vegetal, pero los restantes (aluminio, cloro, cobalto, iodo, selenio, silicio, sodio y vanadio) no suelen incluirse en las mezclas de nutrientes, al existir normalmente como impurezas del agua, o añadidos a otros nutrientes.

Puesto que la cantidad de nutrientes depende de cada terreno, y no es la misma para fases de germinación, crecimiento y floración, las fábricas de fertilizantes ofrecen una amplísima variedad de compuestos. Convendrá saber si están pensados para hidroponía sobre tierra, o para lana de roca o arcilla expandida, y sólo la experiencia permitirá al cultivador elegir entre marcas.

Algunas ofrecen amortiguadores de fluctuaciones en el pH, y botes separados, con las proporciones consideradas ideales para crecimiento y floración, medidas en cucharas de té por galón de agua, que equivale a cuatro litros.

La técnica hidropónica más elemental consiste en un cubo provisto de un tubo, que se eleva o baja según proceda, aunque este elemental procedimiento funciona bien cuando es manejado por manos expertas, una técnica también sencilla pero más avanzada usa un tanque de nutrientes, que tiene tres elementos sumergidos. El primero es un calentador, encargado de mantener el agua en un margen de 18-24 grados. El segundo es un filtro/oxigenador, de acuario también, que cumple las finalidades indicadas por su nombre. El tercero es una pequeña bomba eléctrica, que eleva la mezcla de agua y fertilizantes desde el tanque a las plantas.

La mezcla corre por un tubo de plástico, del cual salen tubos más pequeños terminados por una pipeta de goteo, cuyo vástago se clava a muy poca distancia de cada planta, de manera que la pequeña boca de riego quede dirigida hacia el tronco, el otro extremo del tubo principal se ocluye con un tapón, y es imprescindible sellar muy cuidadosamente para introducir los tubos más finos; en otro caso habrá fugas de agua, posible inundación y riesgo, entonces, de que alguien se electrocute.

La segunda parte de este sistema incluye en su forma más elemental una plataforma o mesa blanca donde reposan una o varias bandejas de plástico blanco también, con un agujero en alguna parte de su base, desde el cual retorna el agua al tanque; por supuesto, es imprescindible que el tubo o tubos de desagüe se hallen perfectamente sellados, para que ni una gota vaya al suelo. La plataforma debe hallarse a más altura que el tanque, a fin de que el agua retorne por simple peso. Pero las plantas no deben reposar sobre el fondo de las bandejas (que estará empapado casi constantemente), sino sobre bandejas más pequeñas, blancas también, con base de rejilla que asegure un drenaje constante, y alzadas un centímetro o poco más para evitar el encharcamiento de cada pie.

Un régimen común de riego es cinco minutos cada seis horas. Esto puede hacerse a mano, encendiendo y apagando la bomba cada vez, pero resulta tan engorroso como inútil. Actualmente

se venden distintos temporizadores, entre los cuales destacan los de tipo digital, pues permiten fijar un programa coordinándolo con el fotoperiodo, y asegurándose el cultivador de que cada planta recibirá la misma dosis de agua, a intervalos iguales. Los experimentados mantienen que la rigurosa precisión y coordinación de riego y fotoperiodo aumenta considerablemente los rendimientos. Desde luego, es evidente que estos plazos cortos de goteo permiten reciclar los nutrientes todos los días en periodos de 10-15 minutos, proporcionando a las plantas una máxima absorción de tales elementos.

Por último, debe tomarse en consideración que la mezcla de nutrientes no es tan inestable como el pH, pero ni mucho menos fija. Existen distintos tipos de medidores, entre los que destacan los llamados “tester” o pluma de DS (disolved liquids). Al igual que el medidor de pH, el de DS tiene al dorso un tornillo que permite afinarlo, y viene acompañado por una solución pensada al efecto (pues si su electrodo la toca debe marcar 100). Una vez calibrado, basta sumergirlo en el tanque y oprimir el botón situado en la parte superior para obtener cierto número, que se compara con la medida óptima en cada periodo: 60-80 para germinación, 130-190 para las dos fases siguientes. La variedad de nutrientes debe ser de tres mezclas distintas (Micro, Grow y Bloom), especificando las proporciones relativas de cada una por litro, para cada fase de la planta.

A fin de obtener la concentración deseable procede, entonces, añadir tantas cucharas de té como haga falta, o bien diluir la mezcla añadiendo algo más de agua; más precisa y rápida que una cuchara es una jeringa de plástico, graduada por centímetros y cucharas.

Puedes fabricar tu propia solución nutritiva con elementos asimilables para las plantas a través de fórmulas que ya hayan sido probadas. Si quieres conocer nuestro listado de macro nutrientes y Micronutrientes a la venta, con los que puedes elaborar tu propia solución nutritiva

Ya sea que adquieras una solución nutritiva previamente elaborada o fabriques la tuya, es muy importante proporcionar los elementos a tu solución de manera adecuada y en dosis específicas; ya que si nos excedemos ó disminuimos la dosis de nutrientes, tendremos consecuencias que se verán reflejadas en las plantas

Cuando limitamos a la planta en cuanto a nutrientes, éstas empezaran a presentar síntomas como decoloración, defoliación, bajo rendimiento de los frutos, manchas, necrosis, etc., generados por la deficiencia. Si el daño es localizado rápidamente, con agregarle el nutriente que necesita será suficiente; pero si no nos percatamos del daño o no conocemos la sintomatología la planta, está podría sucumbir.

Los factores más importantes que intervienen directamente con la absorción de nutrientes son el pH y la electroconductividad:

pH

Un parámetro a controlar en los sistemas hidropónicos es el pH de la solución nutritiva, es decir el grado de acidez o alcalinidad de la solución. El nivel de pH influye directamente sobre la absorción de los nutrientes por parte de la planta.

El pH es una “medida” que tiene un rango de 0 a 14 en disoluciones acuosas, con un punto medio de 7, entre los valores de pH 5.5-7.0, se encuentra la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Fuera de este rango las formas en que se pueden encontrar los nutrientes resultan inaccesibles para ser absorbidos por la planta, por lo que es fundamental mantener el rango de pH.

En caso de encontrarnos con valores de pH superiores a 7.0 es posible corregir la solución nutritiva mediante la acidificación, usando ácidos nítrico, fosfórico y/o sus mezclas. Deberá contemplarse en la reformulación los respectivos aportes de nitrógeno y fósforo realizado por estos ácidos.

En caso de pretender elevar el pH, por encontrarnos frente a una solución extremadamente ácida, deberemos utilizar el hidróxido de potasio, considerando también el aporte de potasio realizado por esta vía.

Conocer el pH adecuado para nuestra solución nutritiva es indispensable para la absorción de nutrientes y su disponibilidad dentro de las plantas.

Así que al tener un pH mayor a 7 tendremos una solución alcalina y esto nos daría una deficiencia de los siguientes nutrientes:

- Zinc
- Cobre
- Hierro
- Manganeseo
- Fósforo
- Boro

Pero si nuestro pH es menor a 5.5 en las hortalizas la solución sería muy ácida y propiciaría la deficiencia de:

- Calcio
- Magnesio
- Molibdeno
- Fósforo
- Boro

No obstante, si mantenemos un pH ligeramente ácido entre 5.5 y 6.5 para el cultivo de hortalizas sería ideal para una mejor función de la planta y nutrientes.

Recuerda que se puede tener la mejor solución nutritiva, pero si los niveles de pH no son los adecuados tu planta no podrá absorber los nutrientes que requiere.

Electro conductividad

Otro factor muy importante y del que pocos hacemos caso, es la electro conductividad.

Se define como la capacidad de un cuerpo o medio para conducir la corriente eléctrica, es decir, para permitir el paso a través de las partículas cargadas, bien sean los electrones, los transportadores de carga en conductores metálicos o semi-metálicos, o iones, los que transportan la carga en disoluciones de electrolitos.

La conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración salina del agua y de la solución nutritiva; nos puede dar un indicio si el agua a utilizar es la adecuada y sobre la vida útil de la solución nutritiva en el sistema.

Al comienzo el agua de nuestra fuente deberá contar con el nivel mas bajo posible de conductividad eléctrica; son adecuados valores de 0.7-1.2 mS/cm. Luego del agregado de sales, al formular la solución, la conductividad dependerá del cultivo y el estado de crecimiento, por ejemplo la lechuga tiene márgenes bajos para su desarrollo (entre 2-2.5), el tomate tolera valores más altos. Al tener valores más altos de sales disueltas en la solución, la absorción de nutrientes por la planta se ve limitada, repercutiendo en el normal desarrollo del cultivo.

Niveles de conductividad eléctrica por cultivo

Cultivo	Conductividad eléctrica dS/m
Lechuga	1.3
Espinaca	2.0
Tomate	2.5
Frutilla	1.0
Apio	1.8

Es primordial que midamos estos valores ya que todos los elementos nutritivos que utilizamos tienen iones que al contacto con el agua o con otros nutrientes van cambiando o simplemente los va utilizando la planta y en un momento dado se podría generar una deficiencia, o bien dichos elementos pueden estancarse y propiciar toxicidad en las plantas.

Por tanto la electroconductividad debe estar equilibrada. Si nosotros medimos la electroconductividad y esta es alta debemos agregar agua para disminuir la cantidad de nutrientes, por lo contrario si la electroconductividad es baja debemos agregar nutrientes; en ambos casos esta debe ser regulada para que nuestras plantas no presenten síntomas de toxicidad, deficiencia de nutrientes y en casos extremos perezcan.

Los componentes de la solución nutritiva se caracterizan por su alta solubilidad, se deberán elegir por tanto las formas hidratadas de estas sales.

Seguidamente se presenta una lista de las sales nutritivas mas usadas en estos sistemas.

Nitrógeno

Es absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO₃)⁻ y en forma de amonio (NH₄)⁺ soluble en agua. En hidroponía la mayoría del nitrógeno se proporciona en base a nitratos. El amonio en la mayoría de los casos solo se usa como fuente suplementaria ya que elevadas concentraciones de este ion puede causar daños fisiológicos a las plantas.

Las principales fuentes de nitrógeno son el nitrato de potasio pero es muy difícil y caro conseguirlo en pequeñas cantidades, proporciona nitrógeno en forma de nitrato y potasio. El nitrato de calcio solo puede conseguirse como reactivo analítico, lo cual hace imposible su uso a escala comercial; es una fuente satisfactoria de nitrógeno y calcio soluble, además es muy higroscópico.

El nitrato de sodio es una buena fuente de nitrógeno pero el sodio que entra en la solución solo va a incrementar el contenido de sales sin contribuir a la nutrición de las plantas. El nitrato de amonio aunque contiene iones de nitrato y amonio no se recomienda su uso como fuente exclusiva de nitrógeno ya que la proporción de nitratos es elevada.

El sulfato de amonio es muy barato y fácil de conseguir puede proporcionar la cantidad necesaria de amonio en la solución, acidifica la solución y proporciona también parte del azufre necesario. El fosfato-mono-amónico (11-48-0) y fosfato di-amónico (18-46-0) aunque se utiliza como fuente de fósforo es un buen complemento de nitrógeno en forma amoniacal. La urea es utilizada principalmente en la producción de forrajes en hidroponía.

Fósforo

Es asimilable por las plantas como ión fosfato (PO_4)=. Sus principales fuentes son superfosfato de calcio que es barato y fácil de conseguir, contiene calcio, azufre y varios micro elementos como impurezas pero es de baja solubilidad (difícil de disolver).

El superfosfato de calcio triple contiene más fósforo que el superfosfato simple, pero, menos impurezas, su precio es más elevado y siempre difícil de disolver. El fosfato de amonio y fosfato di-amónico son más fáciles de disolver que el fosfato de calcio simple y el superfosfato de calcio triple, proporciona nitrógeno amoniacal. El ácido fosfórico normalmente es una fuente suplementaria de fósforo, utilizada para regular el pH, en vez del ácido sulfúrico, se utiliza como solución débil.

Potasio

Sus principales fuentes son nitrato de potasio y sulfato de potasio es barato y fácil de conseguir, proporciona también azufre. Se puede usar cloruro de potasio pero se debe tener cuidado que no se eleve el contenido de cloro de la solución ya que puede ocasionar toxicidad a las plantas.

Calcio

Las principales fuentes de calcio son nitrato de calcio muy soluble pero no se consigue en el mercado como fertilizante comercial. Superfosfato simple y triple proporcionan una buena cantidad de calcio, pero es difícil de diluir. El sulfato de calcio (yeso) es difícil de diluir, es barato y fácil de conseguir. El cloruro de calcio se recomienda como fuente suplementaria, porque eleva el contenido de cloro en la solución.

Azufre

Utilizado por las plantas en forma de sulfatos (SO_4)=. Las plantas presentan límites de tolerancia amplia para el azufre, por lo tanto no se contabiliza al hacer la solución nutritiva casi nunca se contabiliza pues se considera que siempre queda dentro de los límites adecuados. Sus principales fuentes son sulfato de magnesio, sulfato de potasio y superfosfato.

Magnesio

Sus principales fuentes son sulfato de magnesio, es usado exclusivamente en hidroponía como fuente de magnesio debido a su solubilidad, bajo costo y accesibilidad. El nitrato de magnesio es más caro y difícil de conseguir en el mercado que el sulfato de magnesio.

Hierro

Tiene tres fuentes principales: sulfato ferroso donde la solución debe tener un pH menor de seis para disolver bien. Es la fuente más barata de hierro. El cloruro férrico, es más caro que el sulfato ferroso y difícil de conseguir. Los quelatos proporcionan hierro asimilable por períodos de tiempo más largos que el sulfato ferroso y previenen la precipitación de fósforo, su precio es elevado.

Manganeso

En la solución nutritiva, es proporcionado como sulfato, cloruro o quelatos de manganeso.

Boro

Se asimila como borato (BO_3^-) y sus principales fuentes son el ácido bórico, y el borax tetraborato de sodio).

Cobre

Sus principales fuentes son el sulfato y cloruro de cobre.

Zinc

Se aporta a la solución como sulfato o cloruro de zinc.

Molibdeno

Es requerido en pequeñas cantidades, se encuentra como impurezas en otros fertilizantes y por lo tanto no requiere de fuente adicional.

A continuación se presenta una tabla con la solubilidad de las principales sales utilizadas en los sistemas hidropónicos.

Nombre	Formula	Solubilidad g/l
Nitrato de Calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1220
Nitrato de Potasio	KNO_3	130
Nitrato de Magnesio	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	279
Fosfato monopotásico	KH_2PO_4	230
Sulfato de Magnesio	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	710
Sulfato de Potasio	K_2SO_4	111
Sulfato de Manganeso	MnSO_4	980
AcidoBórico	H_3BO_3	60
Sulfato de Cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	310
Sulfato de Zinc	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	960
Molibdato de Amonio	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	430

Fuente: Fuente: *FAO, La Empresa Hidroponica de Mediana Escala, La tecnica de la solucion Nutritiva Recirculante (NFT), (1996)*

Se deberá tener en cuenta la cantidad de nitrógeno amoniacal, en función de la especie involucrada y su tolerancia a este elemento, además otro aspecto a tener en cuenta es la relación potasio/nitrógeno (K/N) (2:1). El hierro deberá ser aportado en forma de quelato para favorecer su absorción por parte de la planta.

Variedades de soluciones nutritivas

Existen una variedad de soluciones nutritivas a ser utilizadas alguna de las cuales se presentan en el siguiente cuadro. En general se usan soluciones de aplicación general, que luego, a través de la experiencia y la practica, se van especializando para un cultivo, para una etapa del cultivo y/o variedad.

E lumen to	ll. Anion v	1 Itwit	Fan	Jensen	l.arscn	Coocr	Steiner
Concyn true inn en opm							
\	210	16N	150-225	106	172	200-236	167
i	31	41	30-45	62	41	60	31
K	2.14	156	300-5110	156	300	300	277
M _k	34	36	40-50	48	48	50	49
Ca	160	160	150-3101	w	180	170-185	183
S	64	48		64	[58	6H	
Fc	2.5	2.M		3.8	3	12	l-t
M _D	0.5	0.54	0.5-1	U.HI	1.3	2	0.62
B	11.5	0.54	0.-0.4	0.46		0.3	0.44
Cu	0.02	0.064	0.1	0.05	0.3	0.1	0.02
Zn	0.05	0.065	0.1	0.09	0.3	0.1	0.11
Mo	0.01	0.04	0.05	0.03	0.07	0.2	

Fuente: *FAO, La Empresa Hidroponica de Mediana Escala, La tecnica de la solucion Nutritiva Recirculante (NFT), (1996)*

Solución nutritiva más recomendable para cultivos de jitomate y lechuga

Solución A

Fosfato de Amonio	492 g
Nitrato de Calcio	2.100 kg
Nitrato de Potasio	1.100 kg

Solución B

Sulfato de Magnesio	492 g
Sulfato de Cobre	0.48 g (1/2 g)
Sulfato de Manganeso	2.5 g
Sulfato de Zinc	1.2 g
Acido Bórico	6.2 g
Molibdato de Amonio	0.02 g
Nitrato de Magnesio	920 cc
Quelato Hierro	8.5 g

Procedimiento de elaboración

- Se vierten los productos de la solución A en un recipiente con 6 litros de agua y se completa a 10 litros.
- Los productos de la solución B se vierten en un recipiente con 2 litros de agua y luego se completa a 4 litros.
- De acuerdo a la capacidad de nuestro contenedor se aplica 5 ml por litro de la solución A y 2 ml por litro de la solución B

Calidad del agua

Así como en los sistemas convencionales la calidad del suelo es determinante del éxito, en los sistemas hidropónicos la calidad del agua es esencial tanto desde el punto de vista microbiológico como en su calidad química.

El agua deberá estar exenta de contaminantes microbianos que de alguna manera puedan ser un perjuicio para la salud humana, ya que no debemos olvidar que producimos hortalizas que van a ser consumidas en fresco.

Respecto a la calidad química, deberán usarse aguas con bajos contenidos de sales. Los contenidos elevados de calcio o magnesio (mayores a 30 ppm en cada caso), obligaran a realizar correcciones en la formulación de la solución nutritiva.

Por su parte, elementos como sodio o cloro en forma excesiva podrán ser tóxicos para la planta. En todos los casos se recomienda la realización de análisis del agua antes de comenzar con estos sistemas, además de análisis cíclicos, en especial cuando la fuente no ha sido analizada con anterioridad.

Sanidad

Con respecto a la sanidad deberemos emplear el criterio de «que con la cocina limpia se cocina mejor», deberemos ser muy cuidadosos de la higiene y evitar todo tipo de contaminación ya que hay ciertos hongos y bacterias que en medios líquidos se desarrollan a gran velocidad. Se deberán desinfectar con hipoclorito u otros desinfectantes las bandejas de poliuretano a ser reutilizadas, los trozos de esponjas que actúan de sujetadores de las plantas en algunos sistemas hidropónicos deberán ser descartados sin posibilidad de uso por segunda vez.

Los medios sólidos deben descartarse luego de su uso y en lo posible ser estériles o esterilizados al ser usados por primera vez. En caso de constatare contaminación se deberá descartar todo el cultivo e higienizar todo el sistema antes de comenzar nuevamente.

Respecto a los tratamientos sanitarios de los cultivos, estos se desarrollaran en forma similar a la de los cultivos convencionales, con las recomendaciones existentes para cada cultivo, evitando las aplicaciones innecesarias de productos químicos, respetando los tiempos de espera y utilizando aquellos productos de menor toxicidad.

2.3.5) Aire

El aire respirable para animales en general, incluyendo a nuestra especie, es un regalo del mundo botánico. A través de sus estomas -poros microscópicos de las hojas-, las plantas absorben anhídrido carbónico y oxígeno, pero devuelven mucho más de lo segundo (salvo durante la noche), cosa que hace la atmósfera respirable para el animal, como el animal hace lo contrario, exhalando ante todo anhídrido carbónico, la atmósfera es respirable para las plantas.

Esta estrecha complementariedad sugiere de inmediato un inconveniente grave para cualquier jardinería de interior. Las plantas necesitan aire fresco, que -salvo en zonas altamente castigadas por la polución- resulta mucho más abundante a cielo abierto.

Por otra parte, a cielo abierto pueden producirse toda suerte de meteoros destructivos (granizo, heladas, lluvia excesiva o demasiado fría), entre los cuales destaca el viento, capaz de arrancar, secar, atir y hasta quemar las plantas, como el riego gota a gota se produce a pocos centímetros de la raíz, el resto aéreo de la planta pide algo equivalente a una lluvia tibia, cosa que se consigue pasando un paño húmedo sobre hojas y tallos, cuando menos una vez al mes, y mejor cada quince días. El sistema de espolvorearlas con “sprayers” es delicado, ya que las bombillas de HID pueden estallar si son tocadas por cualquier tipo de líquido fresco mientras están encendidas; sin especial precaución, sólo procede hacerlo antes de encenderlas, pero entonces topamos con el obstáculo de interrumpir la fase de oscuridad, cosa que perturba su crecimiento.

Más fundamental aún que lavar la planta es conseguir un recinto ventilado, sin estratificaciones en la atmósfera, lo cual exige -en primer término- mover el aire con algún ventilador de giro. Un temporizador que lo encienda y apague no necesita ser digital, y por eso mismo resultará muy barato, aunque tampoco sea demasiado engorroso encender el ventilador un par de veces al día, y dejarlo funcionando cinco o seis horas cada vez. Lo perfecto es complementarlo con una ventana o un simple respiradero, y sólo cuando esto no sea posible será preciso abrir el recinto de cuando en cuando; si la habitación no es grande, bastarán cinco minutos para renovar el aire completamente.

Un refinamiento adicional incluye generadores de anhídrido carbónico, que sientan alas plantas tan bien como nos sientan a nosotros bombonas de oxígeno puro, y cuyo funcionamiento puede automatizarse con temporizadores. Sin embargo, son arte factos aún caros, y capaces de calentar excesivamente el cuarto. La solución del ahorrrativo será buscar otros sistemas para liberar anhídrido carbónico en la fase final de floración, porque aumenta mucho el crecimiento. Recomendable y barato es el desionizador un generador de iones negativos- que purificará el aire; este elemento produce una atmósfera de frescura, con el aroma típico del campo después de un aguacero, y mejora la salud del jardín al neutralizar hongos, esporas y polución antes, en realidad, es algo sano también para cualquier otra parte de la instalación.

La presencia de oxígeno en la solución nutritiva es estrictamente necesaria para el desarrollo de la planta y el crecimiento de las raíces. Para el normal crecimiento de las plantas se requieren valores mínimos de oxígeno de 8-9 mg O₂/lt de solución nutritiva. Estos valores pueden ser logrados y/o aumentados a través de distintos mecanismos como la inclusión de agitadores, recirculación de la solución, agregado de oxígeno puro al sistema.

Tanto la temperatura de la solución como el tamaño del contenedor tienen directa influencia en los tenores de O₂ de la solución nutritiva. A mayor temperatura, los valores de O₂/lt de solución expresados en mg descienden. El valor óptimo de temperatura debería encontrarse en un entorno de 10-15 ° C. En contenedores pequeños la difusión del oxígeno se ve disminuida, por lo que al disminuir el tamaño del contenedor, mayor atención deberemos prestar a la oxigenación.

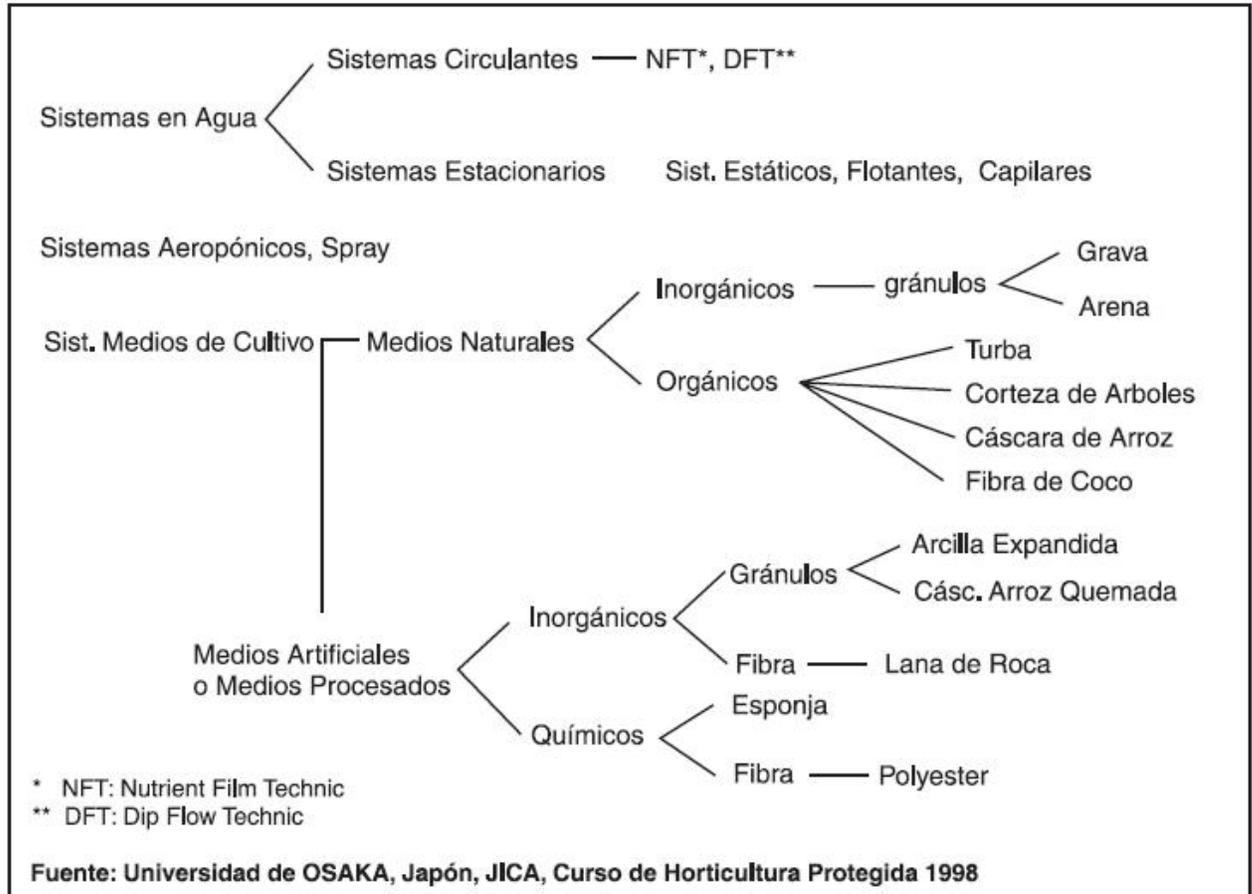
2.3.6) Sustrato

Las plantas han crecido durante milenios sobre tierra y otras bases orgánicas como turba o aserrín, hasta que se inventaron medios inorgánicos como perlita o vermiculita (vidrio volcánico y mica, respectivamente, tratados a altas temperaturas), piedra pómez machacada o arcilla expandida, pues si tales medios se complementan con un riego rico en nutrientes las raíces tendrán el adecuado drenaje, previniéndose hongos y asfixia.

Esas y otras bases pueden adquirirse combinadas ya con el abono que cada fabricante considera mejor. Conviene recordar que estos vehículos de crecimiento deben lavarse con agua antes de ser usados. Sin embargo, la revolución actual se basa en algo que los antiguos hawaianos llamaban "cabellos de Pele" (una deidad volcánica), porque los fuertes vientos tropicales desgajan finas hebras de magma líquido, entrelazándolas luego como una especie de estopa, y desde hace siglos los criadores de orquídeas y otras plantas muy difíciles de cultivar emplean dicha base. Pero el uso de esta lana de roca (*rockwool*) en invernaderos y jardinería de interior sólo se generalizó en Dinamarca hacia 1969, cuando los agricultores decidieron sortear con ingenio una prohibición impuesta por la CE a que el país cultivase forraje sobre tierra vegetal. Hoy buena parte de la jardinería hidropónica usa exclusivamente este medio, que se ha extendido también de modo espectacular.

La hidroponía es parte de los sistemas de producción llamados cultivos sin suelo. En estos sistemas el medio de crecimiento y/o soporte de la planta estas constituidas por sustancias de diverso origen, orgánicas o inorgánicas, inertes o no inertes es decir con tasa variable de aportes a la nutrición mineral de las plantas.

Podemos ir desde sustancias como perlita, vermiculita o lana de roca, materiales que son consideradas propiamente inertes y donde la nutrición de la planta es estrictamente externa, a medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas o materiales orgánicos como corteza de arboles picada, cascara de arroz etc. que interfieren en la nutrición mineral de las plantas.



Lista materiales que pueden ser utilizados como sustratos

Derivados de la explotación forestal

Limpieza de bosques: Mantillo vegetal, hojas, acículas
Industria de la madera: Corteza, aserrín o virutas de la madera

Explotación agrícola

Cereales: Restos de cosecha, paja.
Cana de azúcar: Restos de la cana de azúcar (bagazo)
Coco: Fibra de coco

Explotación animal

Excrementos: Estiércol

Industria Agroalimentaria

Molinos de arroz: Cascara de arroz

Actividades industriales diversas

Industria textil: Algodón, lino, fibras acrílicas

Altos Hornos: Escorias del carbón

Núcleos urbanos

Recogidas de basuras: basura

Jardinería Urbana: Restos vegetales

Yacimientos naturales

Turbas: Turbas

Explotaciones mineras

Lana de Roca, fibra de vidrio, perlita, vermiculita etc.

Policarbonatos de síntesis

Poliestireno expandido poliuretanos

2.3.7) Temperatura

Cada planta crece a una cierta temperatura, poseen una temperatura óptima para cada fase de su crecimiento, y también rangos de temperatura en donde pueden vivir, pero la calidad de la planta no es la misma, algunas plantas, generalmente las que comparten ecosistemas, tienen los mismos rangos de temperaturas, es muy importante controlar la temperatura de todo el sistema hidropónico, sobre todo con especies de plantas que tienen poco rango de temperatura, las cuales por lo general son más difíciles de cultivar.

Algunas especies de plantas son especialmente sensibles a los cambios de temperatura, por lo que al cultivar algún tipo de planta debe tenerse muy en cuenta el rango de temperatura óptimo para asegurar un máximo desarrollo de las plantas, así como su tolerancia mínima y máxima, para evitar que se sobrepasen esos niveles de temperatura.

El nivel de aislamiento dependerá de las condiciones requeridas por la planta y del clima donde se vaya a efectuar el cultivo hidropónico, así como la generación de calor dentro del entorno.

La temperatura del ambiente donde vamos a tener nuestras plantas es fundamental para el desarrollo de las mismas, ya que las plantas tienen un mínimo y un máximo de temperatura que pueden soportar; si se rompen estas barreras la planta puede detener su crecimiento o morir.

Las plantas son muy sencillas, requieren temperaturas altas y bajas, pero no extremas. Al decir extremas estamos hablando de temperaturas debajo de 5 grados o arriba de 36 grados.

Es cierto que hay plantas extremas, por ejemplo la fresa, que requiere tener temperaturas muy frías (hasta de 0 grados) para poder desarrollarse; pero esas plantas son excepciones muy marcadas. La mayoría se desarrolla de manera muy favorable si no rebasamos los rangos anteriores.

Si a nosotros nos interesa producir de manera comercial, entonces ya podemos considerar la opción de contar con un invernadero y un control térmico para tener nuestras cosechas en condiciones óptimas; pero si nosotros queremos una instalación casera para auto consumo o en lo que aprendemos la técnica, lo único que debemos procurar es que el lugar donde tengamos a nuestra planta esté en el rango de temperatura señalado.

Recuerda que para mantener la temperatura de tu instalación puedes auxiliarte de plásticos y mallas para proteger tu cultivo

2.4) Plántulas, población y cosecha

2.4.1) Producción de plántulas

La producción de plántulas para estos sistemas es una parte de crucial importancia, generalmente los productores realizan la producción de plántulas en bandejas de poliuretano, es necesario que el medio sea lo mas estéril posible, que sea fácilmente desprendible de las raíces de las plántulas a la hora de trasplantar estas a la plancha de poliuretano.

En el proceso de limpieza de raíces, tratando de eliminar las partículas de tierra se produce una pérdida de tiempo, costo adicional de mano de obra y una gran cantidad de raíces rotas que servirán de puerta de entrada de enfermedades al sistema y de contaminación. Restos de tierra llevados en las raíces contaminaran el sistema.

Una alternativa es la producción de plantin es en forma directa en la esponja que servirá de soporte en el hueco de la plancha de espuma. Para ello se deberá tener en cuenta las temperaturas y condiciones de germinación de la especie involucrada.

Se colocan al menos dos semillas a germinar en el cubo de polifoam y deberán trasplantarse a la plancha de poliuretano en cuanto el largo de las raíces comience a salir por la base de la esponja. También es posible producir plántulas en un sistema flotante con mayor rapidez.

2.4.2) Población de plantas

La población de plantas a utilizar dependerá del espacio del cual se disponga y del sistema hidropónico a utilizar, en el cuadro siguiente se presentan datos de la población de plantas/m² que se utilizan en estos sistemas.

Tabla de espacio ocupado por las plantas por metro cuadrado

Especie	Plantas/m²
Tomate	5-6
Lechuga	22-24
Pepino	5-6
Albahaca	20
Acelga	21
Apio	21
Berenjena	5

Fuente: FAO, La Empresa Hidropónica de Mediana Escala, La técnica de la solución Nutritiva Recirculante (NFT), (1996)

2.4.3) La cosecha

La cosecha es realizada cuando las plantas alcanzan el tamaño adecuado para su comercialización. Se requieren plantas de lechuga con cabeza formada y el llegar a este estado dependerá de las condiciones de crecimiento. En invierno debido a las bajas temperaturas se demora alrededor de 55 días y en verano el ciclo se acorta a unos 35 días.

La cosecha se puede realizar separando las raíces del resto de la planta, o bien tratar de cosechar la planta con el sistema radicular intacto para diferenciar la producción hidropónica.

2.5) Sistemas hidropónicos

2.5.1) Distintos sistemas utilizados en la hidroponía

Antes de atender las técnicas hidropónicas debes de entender que la planta es un ser vivo que crece, se reproduce y muere lo que con lleva a procesos biológicos en su desarrollo como sudar (transpirar), tomar agua y alimentarse dentro de los más importantes por lo cual no debemos de perder de vistas a los órganos encargados de estos procesos.

Recuerda que todos los elementos tomados por la raíz son llevados por el tallo hasta las hojas en donde son modificados para que la planta pueda asimilarlos y desarrollarse con buena de calidad.

Partiendo de lo antes mencionado nosotros debemos de seleccionar la técnica hidropónica que esté diseñada para sustituir al suelo atendiendo la forma, tamaño y desarrollo de la planta sin perder de vista los procesos fisiológicos de esta conforme al diseño de tu producción, a continuación se te muestran las técnicas hidropónicas.

En la actualidad existen diferentes variedades de técnicas utilizadas para la producción hidropónica de frutas y verduras a lo largo del mundo.

A continuación se revisan las técnicas que han demostrado ser más útiles y que han dado mejores resultados, existen mejoras a las técnicas, a los componentes de las mismas, a los aditivos para la solución nutritiva, al sustrato, etc., sin embargo se basan fundamentalmente en alguna de las siguientes técnicas.

2.5.2) Sistema flotante

El sistema flotante es el más sencillo de realizar, de bajo costo y no demanda el uso de energía extra. Consta de un recipiente en donde se coloca la solución nutritiva y sobre ella flotando la plancha de espuma que soporta las plantas. En este sistema es necesario realizar un cambio de solución semanalmente o al menos renovar parte de ella. Además se requiere de la aireación del sistema por medio de agite de la solución diariamente. Las desventajas de este sistema consisten en la necesidad de formulación frecuente de la solución nutritiva, la necesidad de airear el medio y prevenir la contaminación del soporte de espuma por algas que encuentran su fuente de alimento en la solución nutritiva, incentivadas por el acceso a la luz. Requiere además de un consumo importante de agua. En este sistema los cultivos que mejor se adaptan son aquellos de hoja como lechuga, espinaca y el de plantas aromáticas.

Elementos del sistema flotante

Los elementos del sistema utilizado comprenden:

Un bastidor de madera con patas de 20 cm de altura y un metro de ancho por el largo que se desee, de todos modos, el largo no puede ser excesivo ya que de realizarse sobre el suelo este deberá estar muy bien nivelado. También puede ser realizado sobre el suelo sin fondo ni patas, o con una hilera de bloques sobre el suelo.

Planchas de poliuretano de 2cm de grosor, de utilizar un grosor inferior se tendrá una menor durabilidad y se producirá un bandeado de la plancha debido al peso de las plantas. Esta plancha se agujereara simétricamente produciendo una abertura de 2 x 2 cm. por los que se introducirán las plántulas

Espuma de polyfoam de baja densidad, 2 cm de ancho para permitir el enraizamiento o fijación de la plántula y además es más barata que la de alta densidad, este elemento es descartable del sistema.

Lamina de plástico De doble capa (blanca y negra, similar a la usada para la producción de silos) (100-150 micrones).

Bomba impulsora en el reciclaje de la solución, existen dos tipos principales aquellas que son sumergibles y las que no.

En esta parte se presenta uno de los sistemas hidropónicos en los que se ha trabajado con anterioridad. El sistema corresponde a un sistema de estanque aplicable fundamentalmente para cultivos de ciclo corto como lechuga, espinaca etc.

El sistema tiene su base teórica en la determinación del consumo de solución nutritiva para el periodo de crecimiento, ya que el sistema prevé una sola carga de solución al comienzo de ciclo de crecimiento.

Los volúmenes de la solución nutritiva requerida varían de estación a estación al variar la evapotranspiración. Es importante esta información para la correcta formulación de la solución nutritiva. Con esto se apunta a que el productor no tenga mayores preocupaciones durante el ciclo de crecimiento si ha realizado las cosas en forma correcta.

El otro aspecto que el sistema toma en cuenta es el no requerimiento de energía, al eliminar el bombeo y obviar la aireación ya sea mecánica o por agregado de oxígeno externo. La aireación del sistema esta basada en el ancho del contenedor y de la cámara de aire que va quedando al consumirse la solución nutritiva.

El problema de la aparición de algas en este sistema queda obviado, ya que la plancha de poliuretano donde se soportan las plantas queda montada en los bordes del contenedor, evitando la entrada de luz y la consiguiente formación de algas. En su forma original toma del sistema DFT, la alternativa de ser realizado directamente sobre suelo.

La producción de plántulas para estos sistemas es una parte de crucial importancia. Generalmente los productores realizan la producción de plántulas en bandejas de poliuretano. Es necesario que el medio sea lo mas estéril posible, que sea fácilmente desprendible de las raíces de las plántulas a la hora de trasplantar estas a la plancha de poliuretano.

En el proceso de limpieza de raíces tratando de eliminar las partículas de tierra, se produce una perdida de tiempo, costo adicional de mano de obra y una gran cantidad de raíces rotas que servirán de puerta de entrada de enfermedades al sistema y de contaminación. Restos de tierra llevados en las raíces contaminaran el sistema.

Una alternativa es la producción de plantines en forma directa en la esponja que servirá de soporte en el hueco de la plancha de espuma plast. Para ello se deberá tener en cuenta las temperaturas y condiciones de germinación de la especie involucrada. Se colocan al menos dos semillas a germinar en el cubo de polifoam y deberán trasplantarse a la plancha de poliuretano en cuanto las raíces comiencen a salir por la base de la esponja. También es posible producir plantines en un sistema flotante.

2.5.3) El sistema NFT

Este sistema es el que utilizaremos mayoritariamente en el proyecto, es comúnmente conocido como el típico sistema de tubos, consiste en crear una película re-circulante de solución nutritiva, como se logra esto, generalmente se utiliza tubos de PVC con tapas con pequeñas conexiones al final y al inicio para hacer correr el agua en todo el conjunto de tuberías que uno deseé con una serie de conexiones buscando dirigir la corriente de agua hasta un deposito en el cual tendremos una bomba la cual hace circular la solución y nuestras tuberías con conexiones la re-circulación , estas últimas tienen orificios en los cuales se colocan las plantas y sostienen de tal manera que las raíces están en contacto con la película re-circulante de la solución nutritiva.

El sistema NFT se basa en el flujo permanente de una pequeña cantidad de solución a través de tubos de los que el cultivo toma para su nutrición. En general este sistema esta catalogado como de elevado costo, requiere del suministro de un volumen de agua constante, y para ello se gasta energía en el proceso de bombeo. El sistema consta de tubos de distribución, un tanque de almacenamiento de la solución, tanques de formulación y una bomba que contemple las necesidades del sistema. En este sistema se instalan cultivos que por el largo de ciclo o por el consumo de solución no podrían realizarse de otra manera, ejemplo: tomate, morrón, melón etc. Las desventajas del mismo son el uso de energía, el costo, la necesidad de contemplar el efecto de

la temperatura sobre el nivel de oxígeno en el sistema de distribución, para ello los tubos son pintados frecuentemente de colores claros. Requiere de formulación y chequeo frecuente del pH y salinidad de la solución.

Elementos del Sistema

Los elementos del sistema utilizado comprenden:

Un Tanque: Para almacenar y coleccionar la solución, el tamaño del tanque estará determinado por la cantidad de plantas y tamaño del sistema.

Canos o canales para el cultivo: Generalmente en este sistema las plantas pueden ser colocadas en estos canos o canales donde corre la solución nutritiva.

Bomba impulsora en el reciclaje de la solución, existen dos tipos principales aquellas que son sumergibles y las que no.

Red de Distribución y cañería colectora Se refiere a los implementos necesarios para acercar la solución nutritiva a los canos o canales para el cultivo.

Entre los demás sistemas hidropónicos el sistema NFT es el que mejores resultados ha dado bajo una vigilancia regular y acciones preventivas para evitar retrasos en la producción, así como asegurar la calidad del producto en cualquier época del año.

Por esa razón se selecciono el sistema NFT para la producción de nuestras unidades hidropónicas, el objetivo es maximizar las probabilidades de éxito.

La posibilidad de producir alimento, especialmente hortalizas de alta calidad, resulta hoy en día de gran importancia en zonas altamente pobladas; sin embargo su factibilidad está limitada por el rápido crecimiento de la ciudad y de la industria utilizando la mayor parte de los suelos cercados a los centros urbanos.

La reducción del espacio para el riego y el aumento de las exigencias del mercado en calidad y sanidad de las hortalizas, especialmente las de consumo en fresco, han hecho que las técnicas hidropónicas de cultivo sean potencialmente atractivas, como la técnica raíz flotante o N.F.T.

Iniciativas anteriores promovidas por la FAO, han sido orientadas a la formación, en distintos países de América Latina y el Caribe, de monitores populares capacitados en la tecnología de la "huerta hidropónica popular" cuyo principal objetivo es satisfacer la demanda por hortalizas del núcleo familiar. En tales condiciones, para abastecer en forma permanente al mercado, se requiere de otros sistemas de mayor nivel tecnológico como lo es el sistema "NFT (Nutrient Film Technique)". Este sistema posibilita cultivar un gran número de especies hortícolas, principalmente de hoja y fruto.

El sistema de NFT (Nutrient Film Technique) que traducido al español significa "la técnica de la película de nutriente", es el sistema hidropónico recirculante más popular para la producción de cultivos en el mundo. Este sistema fue desarrollado en la década de los sesenta por el Dr. Allan Cooper, en Inglaterra. Desde esa época, este sistema de cultivo destinado principalmente a la

producción de hortalizas de alta calidad en invernaderos. El sistema NFT ha sido utilizado en forma comercial en más de 68 países. Esta técnica es la más utilizada en la hidroponía, en países árabes, del Caribe y América latina para la producción hortalizas, especialmente especies de hoja, a gran y mediana escala

Este sistema se basa principalmente en la reducción de costos y comprende una serie de diseños, en donde el principio básico en la circulación continua o intermitente de una fina capa de solución nutritiva a través de las raíces, por una serie de canales de PVC, polietileno, poliuretano, etc. de forma rectangular llamados canales de cultivo.

En cada canal hay agujeros donde se colocan las plantas, estos canales están apoyados sobre mesas o caballetes que pueden tener una ligera pendiente o desnivel que facilita la circulación de la solución nutritiva, dependiendo del diseño del sistema

La solución es recolectada y almacenada en un recipiente ya sea cubeta o un tanque (esto depende de los litros de solución nutritiva) a través de una bomba que permite la circulación de la solución nutritiva por los canales de cultivo.

Esta recirculación mantiene a las raíces en contacto permanente con la solución nutritiva, favoreciendo la oxigenación de las raíces y un suministro adecuado de nutrientes minerales para el desarrollo de las plantas. Como los nutrientes se encuentran fácilmente disponibles para las plantas, el gasto de energía es mínimo, de esta manera la planta gasta la energía en otros procesos metabólicos.

Ventajas del NFT

- * Permite un control más preciso sobre la nutrición de la planta.
- * Simplifica enormemente los sistemas de riego, porque elimina la esterilización del suelo y asegura una cierta uniformidad entre los nutrientes de la plantas.
- * Maximiza el contacto directo de las raíces con solución nutritiva, por lo que el crecimiento de los productos es acelerado siendo posible obtener en el año más producción.
- * Si se maneja de la forma correcta el sistema, permite cultivar hortalizas de consumo en fresco y de alta calidad.
- * En el sistema NFT la recirculación de la solución nutritiva, permite evitar posibles deficiencias nutricionales.
- * La instalación de un sistema NFT resulta más sencilla (menor número de bombas para el riego de la solución nutritiva, la obstrucción de los goteros, etc.).
- * Las plantas cosechadas se remueven fácilmente.
- * Puede operar casi automáticamente.
- * Un sistema pequeño puede soportar a una planta grande.

Desventajas del NFT

* Este sistema requiere de un cuidado adecuado del estado de la solución nutritiva para rendir resultados.

* Los costos iniciales son mayores que con otros sistemas.

Factores a considerar en la producción de cultivos con NFT

a) Calidad del agua. Es importante analizar el suministro de agua, la cual puede provenir de lluvia o ser potable. Cuando el agua es dura, se requiere bajar su pH a 6.

b) La temperatura. Una característica de la NFT, es la facilidad con la que la temperatura de la raíz puede ser manipulada para satisfacer los requerimientos de los cultivos. Es importante mantener las soluciones entre 13 y 15 °C con el fin de prevenir una absorción reducida de nutrimentos.

c) El pH. En general, la absorción máxima de un ión ocurre entre pH 5 y 7. Normalmente se mantiene el pH entre 5.5 y 6.5, para la mayoría de los cultivos en invernadero.

d) La conductividad eléctrica (CE). Se recomienda mantener un nivel de Electro conductividad en los rangos adecuados para que las plantas dentro del sistema no se deshidraten por exceso de sales ó al contrario, absorban menos nutrientes por ausencia de los mismos.

e) La longitud del canal. Un máximo de 20 m de longitud es generalmente recomendado, se considera que la longitud no debe superar los 20 a 25 m.

f) La anchura del canal. Para cultivos hortalizas altas, como por ejemplo el Jitomate, la distancia entre plantas se recomienda entre 25 a 30 cm; sin embargo hay cultivadores que señalan que pueden usarse canales más estrechos, de 15 cm, sin afectar los rendimientos de jitomate.

g) La pendiente del canal. Para asegurar las condiciones convenientes en la zona de las raíces, el canal deberá tener una pendiente que permita a la solución fluir a lo largo del mismo. En general, pendientes entre 1.5 y 2 % parecen convenientes y las menores de 1 % deberán evitarse.

Si se va a realizar la instalación con tubería de PVC y va a ser una instalación larga, entonces es muy importante que mantengas una inclinación dentro de dicha tubería donde asegures que tanto al inicio de tu tubería como al final exista una altura adecuada de nutrientes para asegurar que tus plantas no vayan a secarse.

h) El oxígeno en la solución nutritiva. La solución nutritiva dentro del sistema se va a mantener oxigenada debido a la circulación de la misma dentro del sistema. Como comentamos en el punto anterior, la circulación ocurre gracias a la inclinación de la tubería para NFT o por diferencias en las alturas de las conexiones.

Debido a la circulación del nutriente, la solución nutritiva mantiene un nivel adecuado de oxígeno de manera natural; sin embargo, en instalaciones de más de 10 metros de largo y que contengan una densidad grande de plantas, poco a poco se puede ir perdiendo el oxígeno que circula en la

solución; por lo que muchos hidrocultores optan por compensar el oxígeno perdido en estas instalaciones largas a través de la utilización de bombas de aire, las cuales bombean el aire por dentro de las tuberías directamente a la solución nutritiva.

Así mismo, la temperatura de la Solución Nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno consumido por la planta: es decir, que cuando la temperatura es menor de 22 °C el oxígeno disuelto es suficiente para abastecer la demanda. En cambio a temperaturas mayores de 22 °C, la cantidad de oxígeno disuelta en la solución nutritiva comienza a disminuir y en casos muy obvios, es necesaria la utilización de bombas de aire para compensar esta pérdida.

La concentración de oxígeno disuelto en la solución nutritiva también depende de la demanda de oxígeno por las plantas; en la medida que aumenta el número de ellas, aumenta el requerimiento de oxígeno.

Especies de plantas recomendadas para cultivar en NFT

- *Lechuga
- *Acelga
- *Espinaca
- *Aromáticas (albahaca, orégano, laurel, la banda, etc)
- *Chile
- *Pimiento Morrón
- *Jitomate.
- *Ornamentales

2.6) *Solanum lycopersicum* (Jitomate)

2.6.1) Sobre el jitomate:

Solanum lycopersicum, la tomatera, es una planta de la familia de las solanáceas (Solanaceae) originaria de América y cultivada en todo el mundo por su fruto comestible, llamado tomate (o jitomate en el centro de México). Dicho fruto es una baya muy coloreada, típicamente de tonos que van del amarillento al rojo, debido a la presencia de los pigmentos licopeno y caroteno. Posee un sabor ligeramente ácido, mide de 1 a 2 cm de diámetro en las especies silvestres, y es mucho más grande en las variedades cultivadas. Se produce y consume en todo el mundo tanto fresco como procesado de diferentes modos, ya sea como salsa, puré, jugo, deshidratado o enlatado.

2.6.2) Orígenes

Según el libro *El tomate en América* de Andrew Smith, el tomate se originó muy probablemente en las tierras altas de la costa occidental de Sudamérica. Investigaciones posteriores han precisado que ésta y otras hortalizas se cultivaron en forma continua por las culturas que florecieron en los Andes desde tiempos preincaicos. Estas investigaciones coinciden en asignar el origen del tomate a esta zona, apoyados no sólo en la antigüedad de las evidencias arqueológicas registradas en los ceramios prehispánicos hallados en la zona norte del actual Perú, sino también a la gran cantidad de variedades silvestres que se pueden hallar aún en campos y zonas eriazas de esta parte de Sudamérica.

El tomate viajó a Europa desde Tenochtitlán, capital del imperio azteca, después de la conquista de los españoles, donde se le conocía como xitomatl, "fruto con ombligo" (de donde proviene el nombre actual en muchos estados de México, jitomate). Si bien ambos centros de origen del tomate cultivado, Perú y México, han sido postulados y se ha proporcionado evidencia en uno u otro sentido, no existen pruebas concluyentes que apoyen de manera incontrovertida uno de tales sitios como el lugar donde el tomate ha sido domesticado a partir de su ancestro silvestre. Más aún, puede ser que este cultivo haya sido domesticado independientemente por las culturas precolombinas que habitaban lo que actualmente es México y Perú.

Existen evidencias arqueológicas que demuestran que el tomatillo, una variedad del tomate, ácida y de color verde, que aún se consume en México, fue usado como alimento desde épocas prehispánicas. Esto hace pensar que el tomate también fue cultivado y usado por los pueblos originarios mesoamericanos desde antes de la llegada de los españoles. Es posible que después de la llegada de los conquistadores el tomate se cultivara y consumiera más que el tomatillo por su apariencia colorida y su mayor tiempo de vida después de ser cosechado.

En todo caso, el tomate llegó a América Central por diversos medios. Los mayas y otros pueblos de la región lo utilizaron para su consumo, y se cultivaba en México meridional, y probablemente en otras áreas hacia el siglo XVI. Dentro de las creencias del pueblo, quienes presenciaban la ingestión de semillas de tomate eran bendecidos con poderes adivinatorios. El tomate grande y grumoso, una mutación de una fruta más lisa y más pequeña, se originó y distribuyó por América Central. Smith indica que este es el antepasado directo de algunos tomates modernos cultivados.

Los españoles distribuyeron el tomate a lo largo de sus colonias en el Caribe después de la conquista de Sudamérica. También lo llevaron a Filipinas y por allí entró al continente asiático.

2.6.3) Su llegada a Europa

Los españoles llevaron el tomate a Europa en 1540, el cual creció con facilidad en los climas mediterráneos. Ya, en 1608, aparecen documentos en forma de listas de la compra para el Hospital de la Sangre en Sevilla que indica la presencia de tomates y pepinos para la elaboración de ensaladas. Entre 1645 y 1646 el pintor sevillano Bartolomé Esteban Murillo realiza una obra denominada "La cocina de los ángeles" en la que se muestra la preparación de un plato con tomates. A finales del XVII el cultivo de tomates en grandes cantidades era frecuente, sobre todo en el sur de España. Los primeros tomates que se cultivaron en Italia con propósitos ornamentales eran de color amarillo, y en 1554 fueron descritos por el botánico italiano Pietro Mattioli como pomo d'oro (manzana dorada), de aquí el nombre de "pomodoro".

En Nápoles se descubrió un libro de cocina con recetas a base de tomate que fue publicado en 1692, aunque aparentemente el autor obtuvo sus recetas de fuentes españolas. En la Francia del siglo XVIII fueron conocidos como pommed'amour (o "manzana de amor"); hoy los de color rojo están más extendidos. La primera referencia en un libro de cocina español que data del XVIII publicado por los capuchinos: Libro de la Cocinación.

De acuerdo con Smith, en Gran Bretaña el tomate no se comenzó a cultivar sino hasta 1590. Uno de los primeros cultivadores fue John Gerard, un barbero-cirujano. El libro titulado Hierbas, de Gerard, se publicó en 1597, fue en gran medida plagado de fuentes continentales y es también una de las referencias más antiguas del tomate en Inglaterra. Gerard supo que el tomate se consumió tanto en España como en Italia.

Sin embargo, él afirmaba que era tóxico (las hojas y los tallos del tomate contienen glico-alcaloides tóxicos, pero el fruto es seguro). Los puntos de vista de Gerard eran influyentes, y el tomate se consideró no apto para ser consumido (aunque no necesariamente tóxico) durante muchos años en Gran Bretaña y sus colonias norteamericanas.

Sin embargo, en el siglo XVIII se consumió extensamente en Gran Bretaña, y antes de finales de ese siglo la Enciclopedia Britannica indicó que era "de uso diario" en sopas, caldos y aderezos. Los tomates se conocieron originalmente como "manzanas de amor", posiblemente basado en un inadecuada traducción del nombre italiano pomo d'oro (manzana dorada).

2.6.4) Nombre y origen del tomate rojo (jitomate/tomate) en México:

En rojo se señalan los estados que utilizan la palabra tomate; en verde, aquellos que lo llaman jitomate.

La palabra *jitomate* procede del náhuatl*xictli*, ombligo y *tomātl*, *tomate*, que significa *tomate de ombligo*. El tomate ya se cultivaba 700 años a.C. en México, y en el antiguo Perú antes de la formación del Imperio inca.

Como una curiosidad, debe notarse que aunque la palabra *tomate* proviene del náhuatl*tomatl*, en el centro y sur de México el tomate es conocido como «jitomate», mientras que se llama tomate al tomatillo o tomate verde (*Physalisixocarpa*).

2.6.5) Composición y valor nutricional

El tomate es un alimento con escasa cantidad de calorías. De hecho, 100 g de tomate aportan solamente 18 kcal. La mayor parte de su peso es agua y el segundo constituyente en importancia son los hidratos de carbono. Contiene azúcares simples que le confieren un ligero sabor dulce y algunos ácidos orgánicos que le otorgan el sabor ácido característico.

Jitomate (rojo) crudo	
Valor nutricional por cada 100g	
Energía 20 Kcal 80 KJ	
Carbohidratos	4g
Azúcares	2.6g
Grasas	0.2g
Proteínas	1g
Agua	95 g
Vitamina C	13 mg (22%)
% en dieta diaria para adultos	

El tomate es una fuente importante de ciertos minerales (como el potasio y el magnesio). De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C. Presenta también carotenoides como el licopeno (pigmento que da el color rojo característico al tomate). La vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora de nuestro organismo. Durante los meses de verano, el tomate es una de las fuentes principales de vitamina C. En la tabla de la derecha se provee información sobre los principales constituyentes nutritivos del tomate.

2.6.6) Productos basados en el tomate

Las dos categorías principales de tomate para consumo son el tomate fresco y el tomate procesado y sus características principales son las siguientes:

- **Tomate fresco:** la mayor parte del peso fresco del fruto es agua, siendo los sólidos solamente un 5%. Estos sólidos consisten en sustancias insolubles en agua, tales como paredes celulares, y solubles en agua como azúcares y ácidos orgánicos. La cantidad de azúcares presentes en el fruto (aproximadamente la mitad del contenido total de sólidos) y la cantidad de ácidos (alrededor de un octavo del total de sólidos) determinan el sabor del tomate. Una alta cantidad de azúcares y una alta concentración de ácidos es la mejor combinación para obtener un muy buen sabor.
- **Tomate procesado:** los tomates procesados son aquellos que se enlatan o que se cocinan para obtener salsas o pasta de tomate. Las variedades que se utilizan con esos objetivos son más firmes y de paredes más gruesas que las de los tomates para consumo fresco. De ese modo conservan su

forma después de la cocción. La remoción de agua del tomate es un proceso bastante costoso, por esa razón en la industria se prefieren las variedades que presentan un alto contenido de sólidos insolubles en agua. Son diversos los productos que se incluyen en esta categoría

- **Jugo de tomate:** es el zumo obtenido de tomates triturados. Se lo utiliza generalmente para beber, solo o combinado con otras bebidas en cócteles, el más famoso de los cuales es el "Bloody Mary". Muchas veces, el jugo de tomate que se adquiere en los comercios viene con algunos aditivos, tales como sal, ajo en polvo, cebolla en polvo u otras especias.

Los tomates secos son un ingrediente obligado en la preparación de muchas recetas culinarias.

- **Tomates secos o deshidratados:** son tomates cortados a los que se les ha separado las semillas y extraído el agua. En el proceso los tomates cortados y sin semillas se los escaldan en agua a ebullición, se los escurre y se tratan con una solución de meta-bisulfito de sodio o salmuera. Más tarde se los seca al sol hasta que se tornen quebradizos sobre mallas plásticas.

- **Concentrados de tomate:** Según el Codex Alimentarius, se entiende por concentrado de tomate al producto preparado mediante la concentración del zumo obtenido de tomates rojos convenientemente sanos y maduros que ha sido filtrado o sometido a otras operaciones para eliminar del producto terminado la piel, las semillas y otras sustancias gruesas o duras. La concentración de sólidos solubles naturales totales deberá ser igual o mayor al 7%. Se distinguen dos productos diferentes. El "puré de tomate" es el concentrado de tomate que contiene por lo menos el 7%, pero no más del 24% de sólidos solubles naturales totales, mientras que la "pasta de tomate" es el concentrado de tomate que tiene un contenido igual o mayor al 24% de sólidos solubles naturales totales.

- **Salsas de tomate:** La salsa de tomate es una salsa o pasta elaborada principalmente de la pulpa de los tomates, a la que se le añade, dependiendo del tipo particular de salsa y del país, chiles rojos, cilantro, cebolla, vinagre o jugo de limón y sal o frituras de cebollas, albahaca, sal, aceite, ajo y varias especias. La salsa de tomate puede adquirirse envasada en múltiples formas. En varios países, tales como Australia, Nueva Zelanda, India, Estados Unidos y Gran Bretaña el término salsa de tomate ("tomato sauce") se refiere generalmente al ketchup. El ketchup, también conocido como catsup, es una salsa de tomate condimentada con vinagre, azúcar y sal, además de diversas especias. Ambos, la salsa de tomate y el ketchup, presentan algunas diferencias entre sí. La salsa de tomate contiene aceite y el ketchup no, mientras que este último contiene más tipos y cantidad de aditivos que la salsa de tomate. Además, en el ketchup el contenido de azúcar varía entre el 3% y el 10%, mientras que en la salsa de tomate se encuentra en cantidades mínimas (0,2% y el 2%) o se incluye como un aditivo corrector de la acidez de los tomates no maduros incluidos en el proceso.

2.6.7) Producción mundial y exportaciones

La producción mundial de tomate (tanto fresco como procesado) alcanzó 108 millones de toneladas en el año 2002, lo que implica un crecimiento del 291% sobre el total producido en el año 1961. En el mismo período 1961-2002, el rendimiento promedio mundial del tomate por unidad de superficie incrementó un 64%, llegando a las 36 tn/ha. La mayor parte del incremento de la

producción se concentró en Asia, región que participó con un 50% de la producción global en 2002. Los principales países productores de tomate son:

País	Producción (millones de toneladas)
 China	20
 Estados Unidos	10
 India	8
 Turquía	7
 Egipto	7
 Italia	6
 España	5
 Brasil	3
 Irán	3
 México	2

Los principales países exportadores de pasta y puré de tomate son China, la Unión Europea, Estados Unidos, Chile y Turquía. No obstante, China es holgadamente el exportador mundial más importante. De hecho, el 85% de la producción de tomate en ese país se destina a la exportación, rubro que ha crecido a una tasa del 33% anual en el período 1999-2006.

2.6.8) Requerimientos del cultivo

• **Temperatura:** la temperatura óptima, de desarrollo del cultivo de tomate oscila entre los 20 y 30 °C durante el día y entre 10 y 17 °C durante la noche. Las temperaturas superiores a los 35 °C impactan negativamente sobre el desarrollo de los óvulos fecundados y, por ende, afectan el crecimiento de los frutos. Por otro lado, las temperaturas inferiores a 12 °C afectan adversamente el crecimiento de la planta. Las temperaturas son especialmente críticas durante el período de floración, ya que por encima de los 25 °C o por debajo de los 12 °C la fecundación no se produce. Durante la fructificación las temperaturas inciden sobre el desarrollo de los frutos, acelerándose la maduración a medida que se incrementan las temperaturas. No obstante, por encima de los 30 °C (o por debajo de los 10 °C) los frutos adquieren tonalidades amarillentas.

• **Humedad:** la humedad relativa óptima oscila entre 60% y 80%. Con humedades superiores al 80% incrementa la incidencia de enfermedades en la parte aérea de la planta y puede determinar, además, el agrietamiento de los frutos o dificultades en la polinización ya que el polen se apelmaza. En el otro extremo, una humedad relativa menor al 60% dificulta la fijación de los granos de polen al estigma, lo que dificulta la polinización.

• **Luminosidad:** el tomate necesita de condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados.

• **Suelo:** la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, el cual tiene que ser excelente ya que no soporta el anegamiento. No obstante, prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

En zonas frías se recogen con frecuencia los tomates cuando todavía están verdes y se les hace madurar al almacenarlos junto a etileno. El etileno es un gas de hidrocarburo producido por muchos frutos y que actúa como propulsor molecular para comenzar el proceso de maduración.

Los tomates que maduran de esta manera tienden a durar más tiempo pero tienen poco sabor y una textura más almidonosa y menos atractiva que los tomates que maduran en la planta. Se les puede reconocer por su color, que es más rosa o naranja que el rojo profundo de otros tomates maduros.

Siembra

El primer paso para cultivar jitomate, es sembrar las semillas de la variedad que nos haya interesado

Una vez seleccionadas las semillas de jitomate que vamos a utilizar, el siguiente paso es realizar la siembra.

En el caso del jitomate, se recomienda realizar la siembra indirecta.

Germinación

En el caso del jitomate, se puede verificar la germinación entre 12 y 15 días después de la siembra, siendo esto una constante en la mayoría de las variedades de ésta semilla.

Esto nos da un total hasta de 15 días para observar nuestras primeras plantulitas.

Trasplante

El siguiente punto es trasplantar nuestras plántulas de jitomate para cultivarlas según la técnica hidropónica de nuestra elección, ya sea que cultivemos en sustrato o NFT y con el tutoreo adecuado.

El trasplante del Jitomate se llevara a cabo de 30 a 40 días después de la siembra, dejando una distancia entre plantas de 30cm (sea cual sea la técnica hidropónica que hayamos seleccionado) y entre hileras de plantas de 33cm; para así lograr tener 9 plantas de jitomate por metro cuadrado.

La técnica hidropónica mas recomendada para el jitomate es el cultivo en sustrato, ya que es la que mejores resultados a dado, con producciones entre 15 y 20 kilogramos por metro cuadrado.

Uno de los sustratos que actualmente se está utilizando dando resultados muy satisfactorios gracias a sus propiedades, es el recipiente de fibra de coco.

Se recomienda que no coloques más de 3 plantas por recipiente. Si ya manejas bien la técnica hidropónica y sabes realizar un buen tutoreo, entonces puedes sembrar 6 plantas por recipiente, colocando dos plantas en cada orificio realizado.

En cuanto al riego en el recipiente de fibra de coco, La mejor forma de realizar el riego en el cultivo en recipiente, es mediante el riego localizado.

Tutorado

A los 15 días después de haber realizado el trasplante, se debe de colocar, lo que se conoce como "tutor" para ayudar a tu planta a su crecimiento y al aprovechamiento de luz, el cual se puede realizar con rafia agrícola, la cual está elaborada con protección UV para resistir la intensidad solar

Deschupone

A los cinco días después de que hayas colocado tus tutores deberás podar los chupones para controlar el crecimiento de tu planta y aumentar su producción.

¿Porqué podar los chupones? Los chupones o axilas son ramificaciones de la planta, que compiten por nutrientes y luz; y si nosotros dejamos que estos crezcan se demerita el crecimiento de toda nuestra planta y por lo tanto de sus frutos.

Poda de hojas

Esta se realiza a los 35 días de que hayas realizado el trasplante, deberás comenzar con tu poda de hojas, eliminando solamente las hojas enfermas y en senescencia.

¿Cómo identificar dichas hojas? Se deben de eliminar hojas cloróticas o amarillentas, que presentes daños en tonalidades pardas, necrosis o coloración negra provocada por muerte celular o algún hongo. Al eliminar este tipo de hojas, estimulamos a la planta para un mayor desarrollo vegetativo, ayudamos a una buena ventilación y desechemos cualquier posible infección por esporas, bacterias y virus que pudieran contaminar a nuestras plantas.

Poda de flores

Dependiendo el mercado a donde usted vaya vender su producto, le recomendamos hacer una poda de flor. Aproximadamente entre los dos meses y medio y los tres meses, usted estará viendo las primeras flores.

Se debe cortar entre una y dos flores por racimo, para ayudar a que las flores restantes desarrollen frutos de mayor tamaño y firmeza.

Realizar la cosecha

Se estará cosechando alrededor de los cuatro meses desde que se comienza a trabajar. La cosecha dura aproximadamente 30 días, en los cuales se deben de cortar los frutos que se encuentran de mejor tamaño, coloración y firmeza; logrando obtener hasta 10 kilos por metro cuadrado (9 plantas de jitomate criollo hidropónico); y con un buen cuidado de sus plantas puedes llegar a obtener hasta 3 cosechas por año; es decir cada cuatro meses usted estará cosechando los frutos de su esfuerzo.

Si tu interés es obtener cosechas más voluminosas, entonces puedes usar semillas híbridas o mejoradas, como el caso de las "Semillas Híbridas" que es una variedad de jitomate mejorado para producir una mayor cantidad de kilogramos por m².

2.6.9) Variedades cultivadas

El cultivo de los frutos comestibles del tomate actualmente se encuentra extendido alrededor del mundo, con miles de cultivares que seleccionan una amplia variedad de especies. Los tomates cultivados varían en tamaño desde el tomate cherry que tiene entre 1 y 2 cm, hasta los tomates beefsteak que alcanzan más de 10 cm de diámetro. La variedad más ampliamente comercializada tiende a estar entre los 5 y 6 cm de diámetro. La mayoría de los cultivares producen frutos rojos, pero también existen algunos con amarillo, naranja, rosado, púrpura, verde o blanco. También se pueden encontrar frutos multi-coloridos y rayados. La variedad de tomate 'kumato', por ejemplo, presenta un color que cambia del marrón oscuro al verde dorado a medida que el fruto madura.

Frutos de variedades antiguas de tomate, de diferentes tamaños, formas y colores. Marché Beauveau, Place d'Aligre, París, Francia, 2005.

El tomate es uno de los frutos de jardín más comunes en los Estados Unidos. Como en la mayoría de los sectores agrícolas, en la actualidad hay una creciente demanda de tomates orgánicos, especialmente en los países desarrollados. También es una buena fuente de alimento.

2.6.10) Clasificación de las variedades por su hábito de crecimiento

Por el hábito de crecimiento, que va estar dado por el tipo de ramificaciones de las plantas, se reconocen dos grandes grupos de variedades, las de crecimiento indeterminado y las de crecimiento determinado.

El primer grupo se caracteriza por tener un ápice vegetativo con dominancia, que le confiere crecimiento continuo al tallo o eje principal. Se reconocen fácilmente ya que presentan un racimo floral cada tres hojas y un crecimiento radial amplio. Son las plantas de este grupo las que más se usan para la producción de tomates dentro de invernáculo. En las variedades de crecimiento determinado los brotes siempre terminan en una inflorescencia, por lo tanto siempre se debe dejar el brote axilar superior para conducirla como indeterminada. Estas plantas son denominadas de "autopoda" y se las reconoce porque presentan un racimo floral cada dos hojas.

Este último grupo de variedades, las cuales también se denominan "arbustivas", no requieren soporte durante su crecimiento y son las más utilizadas para cultivar a la intemperie. Las variedades arbustivas enanas son un subgrupo dentro de las variedades determinadas caracterizadas por su menor tamaño y por producir frutos del tipo "cereza" o "cherry". Se las utiliza básicamente para cultivar en macetas, en particular en recipientes colgantes.

2.6.11) Récorde del jitomate

El tomate más pesado fue uno de 3,51 kg, del cultivar 'Delicious', granja de Gordon Graham, Edmond, Oklahoma en 1986. La tomatara más grande fue una del cultivar 'Sungold' y creció 19,8 m de largo, cultivada en Nutriculture Ltd., Mawdesley, Lancashire, Reino Unido, en 2000.

2.6.12) Los tomates silvestres

Un tomate cereza, la forma silvestre del tomate, al lado de un tomate cultivado de la variedad "beefsteak" ("corazón de buey"). Nótese el incremento de tamaño del fruto logrados por la domesticación y el mejoramiento genético de esta especie.

El tomate cultivado y las especies silvestres relacionadas se agrupan en la sección *Lycopersicum* (Mill.) Wettst. del género *Solanum*. El ancestro más probable del tomate cultivado es el tomate cereza o *cherry* silvestre (usualmente identificado como *Solanum lycopersicum* var *cerasiforme*), el cual crece en forma espontánea en varias regiones tropicales o subtropicales de todo el mundo, escapado de cultivo o accidentalmente introducido.

2.6.13) Distribución y hábitats

Se distribuyen enteramente por América, vegetando en los Andes sudamericanos desde el centro de Ecuador a través de Perú y hasta el norte de Chile y en las Islas Galápagos, donde crecen las especies endémicas *Solanum cheesmaniae* y *Solanum galapagaense*.

Solanum lycopersicum, el ancestro silvestre inmediato del tomate cultivado, se halla distribuido más ampliamente que las restantes especies de tomates silvestres, ya que habita México, Colombia, Bolivia y otros países sudamericanos.

Esta amplia distribución, cuando comparada con respecto a las otras especies relacionadas, debe haberse llevado a cabo por el ser humano en tiempos históricos. Los tomates silvestres habitan en una gran cantidad de hábitats, desde el nivel del mar hasta alturas de más de 3000 msnm, desde las áridas costas del Pacífico hasta las tierras altas húmedas de Los Andes.

Numerosos valles, formados por ríos que llevan sus aguas al Pacífico, caracterizan las laderas occidentales de Los Andes. Las poblaciones de tomates silvestres crecen a diferentes altitudes en esos valles estrechos, se hallan aisladas geográficamente entre sí y están adaptadas a condiciones de suelo y microclimas muy particulares. Esta diversidad de hábitats ha contribuido a la gran variabilidad que se puede encontrar entre los tomates silvestres.

2.6.14) Descripción

Los tomates silvestres son plantas herbáceas, a pesar que pueden presentar crecimiento secundario. En sus hábitats naturales se comportan como anuales debido a que las heladas o la sequía las mata tras completar su primera estación de crecimiento. En todas las especies el tallo es inicialmente erecto, pero luego, debido al peso de las ramas, las plantas se postran y hasta enraízan en los nudos que tocan el suelo.

Solanum lycopersicum, *S. habrochaites*, *S. chilense*, y algunas razas de *S. peruvianum* son robustas y pueden mantener el hábito de crecimiento erecto durante más tiempo hasta que alcanzan los 80-100 cm de altura. Todas las especies producen ramificaciones muy largas, las que en algunos casos - como en *S. pimpinellifolium* y *S. lycopersicum* pueden crecer hasta los 4 m de longitud. La

pubescencia, una variable que caracteriza a todas estas especies, es particularmente abundante en *S. habrochaites* y *S. pennellii*.

Otras variables, tales como la forma y el tamaño de las hojas, de la flor y el color del fruto, son muy diferentes entre las distintas especies de tomates silvestres.

Las hojas son imparipinadas, con 2 a 6 folíolos opuestos o sub-opuestos, sésiles o peciolados. Existe una gran variación inter e intraespecífica para el tipo de hoja: las hay pinnadas o bipinnadas, con folíolos primarios, secundarios o terciarios.

La inflorescencia típica en estas especies es una cima con diferentes tipos de ramificaciones. Las flores son amarillas y, como en las restantes solanáceas, con los sépalos soldados entre sí en su base y los pétalos unidos en toda su longitud. Asimismo, el tamaño y la forma de las flores varía entre las diferentes especies, desde grandes flores con forma de estrella hasta flores rotadas con estigmas muy excertos.

2.6.15) Diversidad, genética y evolución del modo de reproducción

Las especies silvestres de tomate se diferencian entre sí por su modo de reproducción. Así, hay especies auto-incompatibles (AI), es decir que pese a ser hermafroditas no producen semillas cuando son polinizadas con su propio polen y, por lo tanto, son alógamas. Por otro lado, hay especies que usualmente se autopolinizan y autofecundan, se dice que son autocompatibles (AC) y, por ende, autógamas. Entre ambos extremos, finalmente, hay especies que presentan poblaciones AI y AC, y otras que son usualmente AI pero pueden dar una proporción de semillas por autofecundación (se las llama alógamas facultativas).

El grado en que los estigmas se elongan por arriba de los estambres (variable que se denomina "excepción de los estigmas") es un determinante central en la posibilidad de polinización cruzada y, por ende, de la alogamia en estas especies. Las especies relacionadas con el tomate que son AI obligadas o facultativas presentan flores con los estigmas muy excertos.

En contraste, otras especies tales como el tomate cultivado, presentan los estigmas insertos lo que promueve la autopolinización. Se ha observado que una región del genoma del tomate (un "QTL", acrónimo inglés para designar un locus que determina o gobierna un carácter cuantitativo) denominada *se2.1* es responsable de una gran proporción de la variabilidad fenotípica observada para este carácter y que las mutaciones en este locus están involucradas en la evolución desde la alogamia hacia la autogamia en estas especies.

La localización de este QTL en el genoma del tomate ha permitido concluir que *se2.1* es un locus complejo que comprende por lo menos 5 genes estrechamente ligados, uno que controla la longitud del estilo, 3 que controlan el tamaño de los estambres y el último que gobierna la dehiscencia de las anteras. Este grupo de genes representaría los vestigios de un complejo ancestral de genes co-adaptados que controlan el tipo de apareamiento en estas especies de *Solanum*.

En 2007 se ha avanzado un paso más en la comprensión de este grupo de genes ya que se ha determinado la secuencia de bases del locus *Style2.1*, el gen responsable de la longitud del estilo. Este gen codifica un factor de transcripción putativo que regula el alargamiento celular de los estilos en desarrollo. La transición desde la AI a la AC estuvo acompañada, más que por un cambio en la proteína *STYLE2.1*, por una mutación en el promotor del gen *style2.1* que dio como resultado la disminución en la expresión de ese gen durante el desarrollo floral y, por ende, el acortamiento consecuente de la longitud de los estilos.

2.6.16) Listado de especies, sus sinónimos y algunas de sus características

Los tomates silvestres se agrupaban hasta hace poco tiempo en el género *Lycopersicum*. Actualmente, ya incluidas en el género *Solanum*, se siguen descubriendo y clasificando nuevas especies de tomates, como por ejemplo *Solanummarcanum* y *S. huaylasense* en el 2005.

Aparte de presentar una gran variabilidad en su morfología y fisiología, estas especies pueden distinguirse entre sí por la coloración de sus frutos y por su modo de reproducción. La tabla que se provee a continuación lista todas las especies de tomates silvestres (incluyendo al ancestro silvestre del tomate cultivado, *Solanumlycopersicum*), sus sinónimos, el color de sus frutos y su modo de reproducción.

Especie	Sinónimo	Color del fruto	Modo de reproducción
<i>Solanumlycopersicoides</i> Dunal	<i>Lycopersiconlycopersicoides</i>	Verde amarillento, negro a la madurez.	AI, alógama
<i>Solanumjuglandifolium</i> Dunal	<i>Lycopersiconjuglandifolium</i>	Verde a verde amarillento.	AI, alógama
<i>Solanumsitiensl.</i> M.Johnst.	<i>Lycopersiconsitiens</i>	Amarillo verdoso, negro a la madurez.	AI, alógama
<i>Solanumochranthum</i> Dunal	<i>Lycopersiconochranthum</i>	Verde a verde amarillento.	AI, alógama
<i>Solanumpennellii</i> Correll	<i>Lycopersiconpennellii</i>	Verde.	Usualmente AI, hay poblaciones AC.
<i>Solanumhabrochaites</i> S.Knapp&D.M. Spooner	<i>Lycopersiconhirsutum</i>	Verde con estrías más oscuras.	AI, alógama
<i>Solanumchilense</i> (Dunal) Reiche	<i>Lycopersiconchilense</i>	Verde a verde blanquecino con estrías púrpuras.	AI, alógama
<i>Solanumhuaylasense</i> Peralta&S.Knapp	parte de <i>Lycopersiconperuvianum</i>	Verde con estrías púrpuras.	AI, alógama
<i>Solanumperuvianum</i> L.	<i>Lycopersiconperuvianum</i>	Verde a verde blanquecino con reflejos púrpuras.	AI, alógama
<i>Solanumcorneliomuelleri</i> J.F.Macbr.	parte de <i>Lycopersiconperuvianum</i>	Verde con estrías verde oscuras o púrpuras.	AI, alógama
<i>Solanummarcanum</i> Peralta	parte de <i>Lycopersiconperuvianum</i>	Verde con estrías verde oscuras.	AI, alógama
<i>Solanumchmielewskii</i> (C.M.Rick, Kesicki, Fobes&M.Holle) D.M. Spooner, G.J.Anderson&R.K.Jansen	<i>Lycopersiconchmielewskii</i>	Verde estrías verde oscuras o púrpuras.	AC, alógama facultativa.

Solanumchmielewskii (C.M.Rick, Kesicki, Fobes&M.Holle) D.M.Spooner, G.J.Anderson&R.K.Jansen	Lycopersiconchmeilewskii	Verde con estrías verde oscuras o púrpuras.	AC, alógama facultativa.
SolanumneorickiiD.M.Spooner, G.J.Anderson&R.K.Jansen	Lycopersiconparviflorum	Verde con estrías verde oscuras o púrpuras.	AC, altamente autógama.
Solanumpimpinellifolium L.	Lycopersiconpimpinellifolium	Rojo.	AC, autógama.
Solanumlycopersicum L.	Lycopersiconesculentum	Rojo.	AC, autógama.
Solanumcheesmaniae (L.Riley) Fosberg	Lycopersiconcheesmaniae	Amarillo, anaranjado.	AC, exclusivamente autógama.
SolanumgalapagenseS.C.Darwin& M.I. Peralta	parte de Lycopersiconcheesmaniae	Amarillo, anaranjado.	AC, exclusivamente autógama.

2.6.17) Genómica del jitomate

Existen proyectos científicos internacionales que intentan comprender aspectos básicos de la genómica de las solanáceas. Uno de tales proyectos es el de determinar la secuencia del ADN para todas las regiones del genoma del tomate que llevan genes. Para ello, cada uno de los 12 cromosomas del genoma haploide del tomate ha sido asignado a distintos centros de secuenciación en diferentes países del mundo.

Así, los cromosomas 1 y 10 le corresponden a Estados Unidos, el 3 y el 11 a China, el 2 a Corea, el 4 al Reino Unido, el 5 a India, el 7 a Francia, el 8 a Japón, el 9 a España y el 12 a Italia. La secuenciación del genoma mitocondrial es responsabilidad de Argentina y el genoma del cloroplasto será secuenciado por la Unión Europea.

2.6.18) Jitomate transgénico

La poligalacturonasa es una enzima responsable de degradar las paredes celulares durante la maduración del tomate y, por ende, su actividad es la responsable de la pérdida de firmeza del fruto durante los estadios postcosecha y, en última instancia, del relativamente breve período de buena calidad del tomate para consumo fresco.

El tomate "FlavrSavr" es un organismo genéticamente modificado desarrollado mediante la denominada tecnología del ARN antisentido con el objeto de ampliar la vida media postcosecha y, por consiguiente, la calidad del tomate para consumo fresco. En estos tomates se ha logrado disminuir la expresión del gen para la producción de poligalacturonasa, y por ende, la actividad de esa enzima durante la maduración, cosecha y poscosecha de los frutos.

Luego de las evaluaciones de riesgo y el cumplimiento de todos los requisitos necesarios, la FDA (Food and Drug Administration, USA) aprobó en 1994 la comercialización del tomate FlavrSavr, el cual se convirtió en el primer producto derivado de un cultivo transgénico en ser liberado para consumo humano.

2.6.19) Toxicidad del jitomate

El jitomate sin madurar contiene solanina por lo que no se debe consumir hasta que haya madurado, especialmente crudo, sin embargo el fruto maduro es completamente seguro.

2.7) Lactuca sativa (Lechuga)

2.7.1) Sobre la lechuga

Lactuca sativa, la lechuga, es una planta anual propia de las regiones semi-templadas, que se cultiva con fines alimentarios. Debido a las muchas variedades que existen, y a su cultivo cada vez mayor en invernaderos, se puede consumir durante todo el año.

Normalmente se toma cruda, como ingrediente de ensaladas y otros platos, pero ciertas variedades, sobre todo las de origen chino, poseen una textura más robusta y por ello se emplean cocidas.

El nombre genérico *Lactuca* procede del latín *lac*, -tis (leche). Tal etimología refiere al líquido lechoso (o sea, de apariencia "*láctea*") que es la savia que exudan los tallos de esta planta al ser cortados. El adjetivo específico *sativa* hace referencia a su carácter de especie cultivada.

2.7.2) Descripción de la lechuga

Planta con raíz pivotante y ramificada de unos 25 cm. El crecimiento se desarrolla en roseta; las hojas se disponen alrededor de un tallo central, corto y cilíndrico que gradualmente se va alargando para producir las inflorescencias, formadas por capítulos de color amarillo (parecidos al diente de león) reunidos en corimbos.

Según las variedades los bordes de las hojas pueden ser lisos, ondulados o aserrados, las semillas están provistas de un vilano plumoso.

Taxonomía

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Lactuca
Especie:	Lactuca sativa L.

La lechuga es una planta herbácea, anual y bianual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Se reporta que las raíces principales de absorción se encuentran a una profundidad de 5 a 30 centímetros. La raíz principal llega a medir hasta 1.80 m por lo cual se explica su resistencia a la sequía. Llega a tener hasta 80 cm de altura.

Las hojas de la lechuga son lisas, sin pecíolos (sésiles), arrosetadas, ovales, gruesas, enteras y las hojas caulinares son semiamplexicaules, alternas, auriculado abrazadoras; el extremo puede ser redondo o rizado. Su color va del verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo del tipo de cultivar. El tallo es pequeño y no se ramifica; sin embargo cuando existen altas temperaturas (mayor de 26 °C) y días largos (mayor de 12 horas) el tallo se alarga hasta 1.20 m de longitud, ramificándose el extremo y presentando cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia.

La inflorescencia está constituida de grupos de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo. Las semillas son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema, aunque también las hay pardas y castañas; cabe mencionar que las semillas recién cosechadas por lo general no germinan, debido a la impermeabilidad que la semilla muestra en presencia de oxígeno, por lo que se han utilizado temperaturas ligeramente elevadas (20 a 30 °C) para inducir la germinación.

El fruto de la lechuga es un aquenio, seco y oblongo, hay aproximadamente 800 semillas por gramo en la mayoría de las variedades de lechuga y se puede adquirir como semillas propiamente dichas o como semillas peletizadas. Las semillas peletizadas consisten en semillas cubiertas por una capa de material inerte y arcilla. Una vez que el pellet absorbe agua, se rompe y se abre permitiendo el acceso inmediato de oxígeno para una germinación más uniforme y mejor emergencia.

Alguna cubierta de la semilla requiere extender su rango de temperatura y su velocidad de germinación. Las semillas peletizadas mejoran la forma, el tamaño y la uniformidad de la semilla para tener plántulas más homogéneas y fácil de manipular. El tamaño aproximado de la mayoría de las semillas peletizadas es de 3.25 a 3.75 mm de ancho.

2.7.3) Variedades de lechugas

Entre las principales variedades de lechuga se destacan:

Beluga: de cogollos apretados y densos, semejantes a la col; carece casi por completo de sabor, pero goza de amplio uso por su crujiente textura y la facilidad para cortarla finamente. Es la variedad más habitual en las regiones donde no se da naturalmente la lechuga, puesto que puede cultivarse en tanques hidropónicos.

Romana: de cogollo largo, con hojas aproximadamente lanceoladas, menos gruesas que las iceberg pero gruesas y crujientes. Se la conoce en España como oreja de mulo.

Francesa: de cogollo redondo, hojas finas y textura mantecosa; tiene un sabor delicado pero intenso. Se la conoce también como Boston.

Batavia: similar a la francesa, de cogollo suelto, hojas rizadas y textura mantecosa;

La llamada lechuga hoja de roble, de hojas rizadas y cogollo suelto, distintiva por el color morado de sus hojas, no es una variedad de *L. sativa* sino una especie aparte, *Chicoriumintybus*.

2.7.4) Enfermedades

Algunas de las enfermedades que son comunes a los miembros del género *Lactuca* son las siguientes:

- **Antracnosis** (*Marssoninapanattoniana*)
- **Botritis** (*Botrytis cinerea*)
- **Mildiu** (*Bremialactucae*)
- **Esclerotinia** (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- **Septoriosis** (*Septoria lactuca*)
- **Virus del bronceado del tomate** (TSWV del inglés Tomato Spotted Wilt Virus)
- **Virus del mosaico de la lechuga**

2.7.5) Plagas

• **Trips** (*Frankliniella occidentalis*)

Se trata de una de las plagas que causa mayor daño al cultivo, pues es transmisora del virus del bronceado del tomate (TSWV). La importancia de estos daños directos (ocasionados por las picaduras y las hendiduras de puestas) depende del nivel poblacional del insecto (aumentando desde mediada la primavera hasta bien entrado el otoño).

Normalmente el principal daño que ocasiona no es el directo sino el indirecto transmitiendo el virus. La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares, y rápidamente éstas acaban muriendo.

• **Minadores** (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*)

Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada.

• **Mosca blanca** (*Trialeurodes vaporariorum*').

Produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta.

• **Pulgones** (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*)

Se trata de una plaga sistemática, siendo su incidencia variable según las condiciones climáticas. El ataque suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven, y el ataque es considerable, puede arrasarse el cultivo, además de ser entrada de alguna virosis que lo haga inviable.

Los pulgones colonizan las plantas desde las hojas exteriores y avanzando hasta el interior, excepto la especie *Narsonovia ribisnigri*, cuya difusión es centrífuga, es decir, su colonización comienza en las hojas interiores, multiplicándose progresivamente y trasladándose después a las partes exteriores.

2.7.6) Cultivo y usos

La lechuga soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas. Como temperatura máxima tendría los 30 °C y como mínima puede soportar hasta -6 °C. No es bueno que la temperatura del suelo baje de 6-8 °C. Exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Cuando soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia.

La humedad relativa conveniente es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta en invernadero es el exceso de humedad ambiental, por lo que se recomienda cultivarlo en el exterior, siempre que las condiciones climatológicas lo permitan.

Prefiere suelos ligeros, arenoso-limosos y con buen drenaje. El pH óptimo se sitúa entre 6,7 y

7,4. Vegeta bien en suelos húmidos, pero si son excesivamente ácidos será necesario corregir el pH.

En ningún caso admite la sequía, aunque es conveniente que la costra del suelo esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello.

Los mejores sistemas de riego son por goteo (cuando se cultiva en invernadero) y las cintas de exudación (cuando el cultivo se realiza en el exterior). Existen también otros sistemas, como el riego por gravedad y por aspersión, pero están en recesión.

Esta planta es muy exigente en potasio y al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que es necesario equilibrar esta posible carencia al abonar el cultivo. También es muy exigente en molibdeno durante la primera etapa del desarrollo.

Siembra

La siembra se realiza en charolas de plástico con 200 cavidades, utilizando como sustrato principalmente perlita, sembrando en cada cavidad dos semillas a 5 mm de profundidad. Después de emergidas la plántulas se eliminará la plántula más débil de cada cavidad.

Trasplante

Una vez transcurridos de 30 a 40 días después de la siembra, la lechuga se trasplantará cuando tenga de 6 a 8 hojas y una altura aprox. de 8 centímetros desde el cuello del tallo hasta la punta de las hojas.

Para evitar fuertes deshidrataciones en las plántulas, es necesario trasplantarlas en la tarde o en días nublados.

Para las tres técnicas hidropónicas(NFT, raíz flotante y sobre sustrato) en los que se desarrolla la lechuga, es recomendable la siguiente densidad de siembra:

Distancia entre plantas	25cm
Distancia entre hileras	30cm

Logrando así obtener 13 plantas de lechuga por metro cuadrado.

Cultivo en NFT

Las lechugas de hojas crespas o rizadas

Son las que más se adaptan a esta técnica. Al igual que por la técnica de raíz flotante, el cultivo en NFT debe de estar bien monitoreado en cuanto a su pH y conductividad eléctrica sin que le falte oxígeno, sobre todo en las horas del día donde la temperatura aumenta a más de 25°C.

Para mantener el oxígeno siempre presente se debe colocar siempre una bomba de aire

Cosecha

Lo más frecuente es el empleo de sistemas de recolección a través de los cuales solamente se cortan y acarrear las lechugas en campo para ser confeccionadas posteriormente en el almacén. En caso de que nuestro cultivo sea de autoconsumo, se pueden realizar varios cortes de hoja conforme la planta está creciendo.

Si tu cultivo es de autoconsumo se pueden cosechar de 2 a 4 hojas por cada corte, pero si tu cultivo es para comercializarlo entonces deberás cortar al pie de las hojas como se muestra a continuación.

2.7.7) Nutrición

La lechuga tiene muy poco valor nutritivo, con un alto contenido de agua (90-95%). Es rica en antioxidantes, como las vitaminas A, C, E, B1, B2, B3, B9 y K; minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y hierro.

Contenido de 100g de lechuga	
Agua	95g
Proteína	1.3g
Carbohidratos	2.2g
Grasa	0.2g
Fibra	1.1g
Potásio	224mg
Calcio	37mg

Fósforo	33mg
Magnesio	11 mg
Sodio	32 mg
Hierro	1.1 mg
Vitamina A	0.24 mg
Vitamina B1	0.062 mg
Vitamina B2	0.078 mg
Vitamina C	13 mg
Vitamina E	0.57 mg
Vitamina K	0.03 mg
Niacina	0.4 mg
ÁcidoFólico	0.11 g

2.7.8) En medicina

Las lechugas han sido y son utilizadas en infusión como un ansiolítico moderado que facilita el dormir. Sin embargo en la remota Antigüedad — especialmente en Egipto — se rendía culto a las deidades consideradas patrocinadoras de la libido ofrendándoles plantas de lechuga.

Este culto parecía paradójico hasta que en el 2006 se descubrió que una dosis moderada de los alcaloides presentes en la lechuga tiene efectos ligeramente afrodisíacos, mientras que una elevada actúa a la inversa, como ansiolítico.

2.7.9) Higiene

En aquellos países en que la higiene de las aguas de regadío es deficiente, o incluso se riega los cultivos con aguas servidas, la lechuga representa una importante fuente de infección de enfermedades gastrointestinales como la fiebre tifoidea, el cólera y salmonelosis, por lo que es muy recomendable consumirlas bien lavadas con agua potable y desinfectadas con una solución microbicida.

2.8) Enfermedades de los cultivos hidropónico

2.8.1) Introducción

Las enfermedades constituyen uno de los elementos limitantes dentro de la producción de cualquier cultivo. De aquí que su control, sea un factor a tener presente desde la siembra o trasplante hasta la cosecha (Schumann, 1991; Manners, 1993).

Sin embargo muchas veces al no tener un adecuado conocimiento de los posibles microorganismos y patologías asociadas a las distintas especies, y el no saber distinguir claramente la sintomatología

que producen distintos hongos, bacterias o virus en las plantas, nos lleva a aplicar medidas de control inapropiadas. De aquí que dentro de un manejo integrado de enfermedades, el correcto diagnóstico del agente causal del problema, sea clave.

Tal como se ha señalado anteriormente, las enfermedades en plantas pueden ser causadas por distintos organismos. Si señaláramos los más importantes, en orden decreciente en cuanto a daño económico que puedan causar estos serían: hongos, bacterias y virus. Adicionalmente existen otros patógenos de importancia secundaria como son los fitoplasmas y los viroides

Durante las últimas décadas el control de enfermedades ha ido cambiando en cuanto a la forma de enfocarlo, tomando importancia el concepto de manejo integrado. Este incluye medidas culturales tendientes a reducir el inóculo o evitar condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad, uso de controladores biológicos y en último término empleo de medidas de control físico y químico. Junto a lo anterior, durante los últimos años se ha incorporado a la producción agrícola el concepto de calidad e inocuidad alimentaria.

Así entre otros, el término de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como protocolo de producción, se ha difundido. Este consiste en un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a lo largo de todo el proceso productivo y que no sólo se preocupan de la calidad de los productos, sino que también del cuidado del medio ambiente y del bienestar de los trabajadores agrícolas.

El presente estudio busca entregar información en cuanto a las principales enfermedades que pueden afectar cultivos hidropónicos, que permita facilitar el diagnóstico de éstas y definir de mejor manera las posibles medidas de control, tanto preventivas como curativas posibles de implementar.

En general se puede decir que los cultivos sin suelo o hidropónicos están libres de problemas asociados a patógenos del suelo, como Fusariosis o caída de plántulas. Esta es una importante ventaja, si se considera el evitar el uso de desinfectantes de suelo como Bromuro de metilo.

Sin embargo, al usar sustratos inertes, la presencia de cualquier patógeno producto de contaminación, puede tener un efecto drástico al no existir competidores o controladores naturales.

De igual forma, muchas veces los lugares en los cuales se desarrolla este tipo de producción (invernaderos, casas, bodegas), favorecen condiciones ambientales (alta humedad, mala aireación) que predisponen el desarrollo y aparición de muchas enfermedades.

Además los cultivos hidropónicos o sin suelo, al ser de tipo intensivo, normalmente están sometidos a un laboreo y manipulación constante, lo que puede ayudar a la diseminación de muchas enfermedades, particularmente bacterias o virus que se transmiten mecánicamente.

2.8.2) Problemas fitosanitarios más comunes

El producir plantas en cultivo hidropónico puede reducir la incidencia de un gran número de enfermedades que se encuentran asociadas al suelo. Este es el caso de caída de plántulas, producida por un complejo de hongos habitantes naturales del suelo (Pythium, Rhizoctonia, Botrytis, Fusarium entre otros) pudriciones radicales causadas por hongos del género Phytophthora necrosis de los vasos conductores, asociado a especies de Fusarium y Verticillium.

De esta forma, el utilizar esta modalidad de producción puede constituir una alternativa de control de estas patologías. Sin embargo, es importante asegurarse de que el agua de riego o el sustrato empleado no se encuentren contaminados, ya que en el caso contrario, la gravedad e incidencia de la enfermedad puede ser mucho mayor que lo que ocurriría en un cultivo tradicional en suelo.

En cultivos hidropónicos, los hongos que afectan el sistema radical pueden tener un desarrollo muy rápido al no existir enemigos naturales. De igual forma, las condiciones de alta humedad existentes en este tipo de producción, más aún si ella se realiza bajo invernadero, pueden ser propicias para la infección, desarrollo y diseminación de muchos organismos fitopatógenos como hongos, bacterias y virus.

Juntos a las patologías causadas por agentes vivos o bióticos, también existen enfermedades que son causadas por agentes abióticos, a las que se les denomina desórdenes. Estas en un cultivo hidropónico o sin suelo se pueden deber a:

- fitotoxicidad por mala aplicación de pesticidas u otros agroquímicos
- mal manejo del riego
- exceso de sales
- falta o exceso de ciertos nutrientes
- temperatura inadecuada
- pH inapropiado

De aquí la importancia de preocuparse de factores como el utilizar una solución nutritiva adecuada a los requerimientos del cultivo, verificar pH y conductividad eléctrica, y tener presentes los requerimientos de temperatura de la especie que se va a cultivar.

2.8.3) Hongos

Como ya se ha señalado este grupo de microorganismos constituye el más importante desde el punto de vista económico en cuanto a su frecuencia de aparición y daño que pueden causar. En forma general se pueden clasificar en base a los órganos de la planta que afectan, encontrando hongos asociados al follaje (hojas y folíolos), otros que afectan el fruto, algunos que se ubican en los vasos conductores del tallo y finalmente los que atacan el sistema radical de la planta.

Del mismo modo, estos agentes fitopatógenos pueden producir síntomas bastante diversos, como manchas necróticas en hojas, folíolos y tallos, amarillamiento del follaje, pérdida de turgor y marchitez, necrosis interna en tallos y raíces, pudrición radical y de frutos. Asociado a esto, en

algunos casos es posible observar el desarrollo del hongo sobre el tejido afectado, lo que puede facilitar en gran medida el diagnóstico.

Estos organismos se reproducen generalmente a través de esporas las cuales pueden ser diseminadas por el agua, viento, e incluso insectos. Estas estructuras de diseminación se pueden formar ya sea a través de mecanismos sexuales o asexuales.

2.8.4) Bacterias

Probablemente este grupo de patógenos constituye el segundo en importancia, luego de los hongos, si tenemos en cuenta el número y gravedad de las enfermedades que produce. Pueden ser consideradas como los organismos más pequeños capaces de desarrollarse independientemente, a diferencia de los virus.

Normalmente tienen forma esférica o de varilla y se pueden encontrar agrupadas en racimos, cadenas, u otras formas (Goto, 1990). Por otra parte, pueden multiplicarse rápidamente a través del proceso conocido como fisión binaria, pudiendo doblar su población en periodos tan cortos como 20 minutos.

Un gran número de enfermedades causadas por bacterias pueden ser determinadas con cierto grado de seguridad por el tipo de síntomas que producen en la planta. Además, la mayoría son bastante específicas en cuanto a huésped. Así por ejemplo, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, causante de peca bacteriana en tomate, produce pequeñas manchas necróticas en los folíolos, siempre rodeadas de una aureola clorótica muy característica (Blancard, 1990).

Las bacterias fitopatógenas pueden sobrevivir por periodos prolongados en suelo y restos vegetales como saprófitos, o bien en malezas como poblaciones epífitas. De esta forma, a través del salpicado de agua pueden diseminarse y dar inicio a una nueva infección.

Algunas incluso, pueden dispersarse a través de suelo contaminado arrastrado por el viento como se ha demostrado para *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, causante de cancro bacteriano del tomate, una de las principales enfermedades en este cultivo. Esta bacteria, al igual que otras, también puede moverse fácilmente a través de herramientas, manos o ropa contaminada, pasando en este caso a tener importancia como medida de control la higiene dentro de nuestro cultivo.

En la actualidad se reconocen alrededor de 60 especies de bacterias causantes de enfermedades en plantas, que incluyen aproximadamente 300 subespecies y patovares.

Entre las patologías de mayor importancia causadas por este tipo de patógeno, se pueden mencionar aquellas que afectan hortalizas producidas por bacterias de los géneros *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas* spp. Y *Clavibacter* spp. Así podemos mencionar mancha angular en cucurbitáceas, mancha bacteriana y peca bacteriana en tomate y cancro bacteriano del tomate (Blancard, 1990; Sherf y Macnab, 1986; Apablaza, 1999)

2.8.5) Virus

Los virus son patógenos intracelulares causantes de numerosas pérdidas en plantas cultivadas, siendo uno de los principales factores limitantes de la producción.

Las pérdidas causadas por estos agentes fitopatógenos en cultivos extensivos, frutales y hortalizas, se estiman en unos 15 billones de dólares anualmente a nivel mundial (Hull, 2002).

Al no existir medidas de control curativo para este tipo de enfermedades, la lucha contra estos agentes patógenos se ha basado en medidas preventivas como prácticas culturales, que incluyen control de agentes vectores, eliminación de fuentes de infección, utilización de material de propagación libre de virus y modificación en las fechas de siembra o plantación entre otras.

También se recurre a la utilización de cultivares resistentes desarrollados a través de programas de mejora tradicional u obtenidos empleando partes del genoma del patógeno en plantas transgénicas (Baulcombe, 1996).

Los virus en general presentan algunos síntomas bastante característicos, sin embargo otros pueden confundirse con los causados por la acción de agentes abióticos como déficit nutricional, falta o exceso de agua, toxicidad por productos químicos (pesticidas y herbicidas), o problemas de suelo (Jarvis, 2001b). Por tal razón, es siempre recomendable descartar otras posibles causas antes de atribuir un síntoma en particular a una enfermedad de naturaleza viral.

Entre los síntomas más comunes causados por virus, podemos mencionar los cambios de coloración en hojas y frutos (mosaicos y moteados) que corresponden a áreas de diferente color (verde claro o amarillo generalmente) alternadas con la coloración normal de estas estructuras. Estos cambios de coloración también se pueden manifestar como clorosis y bandeado de venas en hojas y anillos cloróticos o necróticos en hojas, tallos y frutos (Hull, 2002).

Otros síntomas propios de este tipo de enfermedad son las alteraciones en el crecimiento como es un acortamiento de entrenudos, cambios en la morfología de algunas estructuras (deformación de frutos, acucharamiento de hojas y ampollamiento), brotación des-uniforme o fuera de tiempo. También se puede producir un aborto floral o de frutos, lo que también incidirá finalmente en el rendimiento.

Los virus, a diferencia de otros organismos fitopatógenos se transmiten en forma pasiva a través de diferentes agentes vectores. Así, entre otros, podemos mencionar: semillas, polen, insectos, ácaros, nematodos, y hongos. De igual forma, estructuras vegetativas (estacas, rizomas, tubérculos) de propagación también pueden constituir una forma eficiente de diseminación de virosis. La transmisión mecánica a través de la savia puede ser otra forma a través de la cual algunos virus pueden diseminarse en el campo como es el caso del virus del mosaico del tabaco (*Tobaccomosaicvirus-TMV*).

La transmisión de virus por insectos, desde el punto de vista económico, es la más importante. La mayoría de los insectos vectores de virus presentan aparato bucal picador chupador (pulgones, cicadélidos-langostinos, mosquita blanca, pertenecientes al orden Homóptera) si bien también algunos son masticadores (coleópteros) o poseen aparato bucal raspador (trips). De igual manera, algunos ácaros (eriófidios) tienen la capacidad de transmitir virus, si bien económicamente son mucho menos importantes.

Se han descrito enfermedades causadas por virus para la mayoría de las especies vegetales de importancia económica. Sin embargo, existen algunas enfermedades causadas por estos agentes fitopatógenos, que revisten mayor importancia en ciertos cultivos.

2.8.6) Diagnóstico

El manejo integrado de plagas (MIP) enfatiza como primer fundamento el diagnóstico correcto de él o los agentes causales de enfermedades en nuestros cultivos. Lo anterior considerando, que a través de un adecuado diagnóstico se pueden seleccionar las estrategias de control adecuadas.

Al detectar un problema fitosanitario en nuestro cultivo, nos podemos encontrar frente a las siguientes alternativas:

- El problema es causado por un organismo conocido, por lo que podemos aplicar las medidas de control adecuadas.
- El problema fitopatológico es de naturaleza desconocida, pudiendo utilizar medidas de control de amplio espectro, que implican un mayor riesgo de pérdidas en el cultivo o inversiones costosas de manejo, o recolectar muestras, con el fin de llevar a cabo un análisis fitopatológico

Así, el diagnóstico aparece como fundamental como etapa inicial dentro de un programa integrado de control de enfermedades, en el que se deben tener en cuenta:

- las condiciones en las que se presenta el problema (manejo del cultivo, condiciones ambientales).
- estado de desarrollo del cultivo, ya que la susceptibilidad de la planta a la enfermedad puede variar de acuerdo a éste.
- recordar que diferentes organismos o problemas de manejo pueden ocasionar un síntoma similar en la planta.

Para lo anterior, dentro del proceso de identificación de una enfermedad y su agente causal, se podrían seguir los siguientes pasos:

Primero: Consultar información disponible sobre enfermedades y problemas más importantes del cultivo. Estos antecedentes nos servirán para determinar el o los posibles agentes causales de la enfermedad.

Segundo: Disponer de información respecto a las características de resistencia del cultivar o variedad empleada.

Tercero: Considerar las prácticas de manejo realizadas y las condiciones de temperatura y humedad del lugar.

Cuarto: Determinar la distribución de las plantas enfermas en el cultivo (sin un orden claro, en áreas localizadas, según el sentido de las hileras) y la velocidad de avance de la enfermedad.

Quinto: Considerar como antecedentes, la parte de la planta afectada, al igual que el tipo de síntomas que se observan, y si es posible distinguir la presencia de algún hongo, etc.

Para un diagnóstico certero y preciso de una enfermedad es necesario en general el análisis conjunto de más de un factor o elemento envuelto.

Así por ejemplo, la sintomatología puede simplemente indicarnos la presencia de un virus pero a través de ella, en general, no es posible definir con precisión la enfermedad, ya que muchos virus producen síntomas similares en el mismo huésped y muchos agentes abióticos producen síntomas que podrían ser atribuidos a enfermedades de naturaleza viral.

Se debe tener presente la presencia o ausencia de posibles insectos vectores, origen de la semilla, plantines o plántulas utilizadas, antecedentes de resistencia del cultivar, fertilización empleada, entre otros.

2.8.7) Control

Es importante pensar en el control de enfermedades no sólo desde un punto de vista curativo, cuando el daño ya ha sido causado en nuestro cultivo, sino que también desde un punto de vista preventivo, antes de que podamos detectar la presencia del patógeno en las plantas.

Así es fundamental considerar en las distintas etapas de desarrollo, siembra o trasplante, crecimiento del cultivo, cosecha y post-cosecha, medidas de manejo que permitan reducir las probabilidades de aparición de cualquier patología que pueda disminuir tanto la cantidad como la calidad del producto cosechado.

El control de enfermedades no debe estar basado únicamente en la aplicación de productos químicos, sino que estos deben ser un complemento de otras medidas posibles de utilizar. Esto es lo que se denomina manejo integrado de enfermedades, que considera el empleo de otros métodos de control como inspecciones reguladoras, control biológico, control físico y control cultural (Lehmann-Danzinger, 2004; Agrios, 1997).

Desde este punto de vista debemos tener presentes medidas que:

- Reduzcan las posibles fuentes de infección como eliminación de restos de la cosecha anterior y de malezas aledañas, utilización de semilla y plántulas sanas.

- Eviten condiciones apropiadas para el desarrollo de la enfermedad realizando una fertilización balanceada, y utilizando densidades de siembra y plantación que permitan una adecuada aireación. Cualquier variación del medio ambiente desde las condiciones ideales para el desarrollo del cultivo, puede dar lugar a condiciones de estrés que permitan el desarrollo de enfermedades. Dentro de esto, la higiene constituye un componente fundamental dentro el manejo de las condiciones medio ambientales.

Es importante minimizar las posibilidades de diseminación del organismo causal de la enfermedad como desinfección de herramientas, manos, zapatos y estructura del invernadero, al igual que control de insectos transmisores de la enfermedad.

Complementariamente a lo anterior se puede recurrir a la aplicación de productos químicos específicos para algunas enfermedades. Sin embargo en este punto es importante alternar fungicidas de distinto grupo químico, sobre todo por el riesgo de desarrollo de resistencia por parte del patógeno.

En el caso de cultivos hidropónicos o sin suelo cuando se definen medidas de control se deben tener presentes las posibles formas de llegada de la enfermedad a nuestro cultivo. Así, entre las más comunes se pueden señalar:

- agua o solución nutritiva contaminada
- sustrato contaminado
- viento
- herramientas o equipo de poda, recolección, limpieza o labores en general contaminado
- semillas o plántulas contaminadas

Desde este punto de vista por ejemplo, es importante considerar la calidad microbiológica del agua. Si se sospecha que ésta está contaminada, la cloración en sus diferentes modalidades constituye el proceso de desinfección más utilizado y el más barato (hipoclorito de sodio o de calcio en concentración de 2 a 5 ppm de cloro).

También se puede recurrir al filtrado lento a través de 60 a 90 cm de lana de roca granulada o bien arena fina (Stephens, 2000). Otro tratamiento posible de utilizar es la aplicación de temperatura (90°C por 2 minutos o 85°C por 3 minutos).

En cuanto a la solución nutritiva, para su desinfección se puede utilizar burbujeo de ozono en dosis de 8 a 10 g/hora/m , aplicación de peróxido de hidrógeno en concentración de 400 ppm o empleo de lámparas de radiación ultravioleta (254 nm) (Runia, 1994a, Runia, 1994b).

Respecto al sustrato, este puede ser desinfectado con vapor a 85° C al menos por 30 minutos o bien con agua caliente (100° C) en cantidades de 1 litro por dm³. También es posible su desinfección a través de la solarización por periodos de al menos dos meses (Gómez, 2004).

Esta técnica consiste en cubrir el sustrato húmedo con polietileno transparente durante un periodo de 4 a 6 semanas, en los meses de mayor temperatura. Así se impide la pérdida de calor, pudiendo lograr temperaturas que permiten controlar numerosas especies de hongos del suelo.

2.8.8) Control cultural

Es fundamental mantener el cultivo libre de tierra y rastrojos vegetales ya que su presencia favorece la aparición de enfermedades e insectos.

Aquí es importante recordar un principio fundamental: cultivos hidropónicos y en suelo no deben mezclarse. Si estamos realizando cultivos hidropónicos no deberíamos utilizar suelo en ningún momento ni etapa dentro del desarrollo de las plantas.

La reducción de fuentes de inóculo parte con la utilización de material de propagación sano, libre de virus y control de malezas que pueden constituir huéspedes alternativos. Esto último se puede lograr en invernaderos por ejemplo, cubriendo el suelo con plastillera o sacos plásticos de fertilizantes limpios.

Otra práctica de importancia la constituye el monitoreo o revisión periódica de nuestro cultivo, labor que es un elemento clave a tener presente dentro de un programa de control integrado de enfermedades y plagas. En cada una de las revisiones, se debe buscar alteraciones en nuestras plantas como: cambios de coloración, falta de vigor, marchitez, presencia de manchas o tizones, etc. Eso debe ser cuantificado a través de parámetros como incidencia (número de órganos afectados respecto al total) o severidad (en base a una escala que asigna valores a distintos niveles de daño producidos por el patógeno).

Junto a lo anterior, es también importante el monitorear la presencia en el cultivo de posibles insectos vectores como son pulgones y trips. Para esto se pueden realizar observaciones directas en la planta, o bien efectuar muestreos indirectos. Para esto último se pueden emplear redes o mallas entomológicas u otros sistemas de captura, o bien trampas pegajosas de colores (generalmente azules, amarillas o blancas) o recipientes amarillos conteniendo agua y detergente.

Estos dos últimos sistemas son los más empleados en el caso de insectos transmisores de enfermedades (pulgones, trips, mosquitas blancas), y en este caso se registra el número de individuos capturado por el lapso de tiempo transcurrido entre una observación y otra. Con la información obtenida a través de alguno de estos métodos, se puede decidir el momento oportuno de aplicación de algún insecticida que permita reducir las probabilidades de diseminación de alguna enfermedad.

Otras medidas culturales que se pueden utilizar para reducir la diseminación son cultivos barrera o barreras físicas o bien modificar la fecha de siembra o plantación para evitar las poblaciones máximas de insectos vectores.

2.8.9) Empleo de genotipos resistentes o tolerantes

El uso de cultivares o variedades resistentes o tolerantes constituye un método de control importante, particularmente para enfermedades causadas por virus. Este se basa en el empleo de genotipos comerciales a los que se les ha incorporado genes de resistencia a algún patógeno, ya sea a través de fito-mejoramiento tradicional o bien por utilización de técnicas de ingeniería genética.

Así, la elección de la variedad a utilizar debería considerar como primer factor a tener presente, sus características de resistencia o tolerancia a enfermedades de importancia en el área de cultivo. Esta constituiría una primera medida de control.

Sin embargo, al decidir el genotipo a emplear también se deben tener en cuenta otros factores como son: objetivo de la producción, mercados de destino, época de cultivo (sensibilidad a bajas o altas temperaturas), precocidad, vigor y características del fruto o producto a cosechar entre otros por ejemplo, la variedad de tomate Fortaleza se adapta muy bien a producción bajo invernadero al ser poco vigorosa por lo que requiere de un menor trabajo de deshoje y desbrote.

Esta característica además favorece una buena aireación lo que lleva a condiciones menos favorables para el desarrollo de hongos como *Botrytis cinerea*. Adicionalmente su fruto presenta buen calibre y firmeza lo que la hace una variedad deseable. Por otra parte, los híbridos, son vigorosos por lo que puede tener tendencia a emboscarse y producir frutos ahuecados.

Esta condición hace necesario tanto regular de manera más cuidadosa los niveles de nitrógeno en la solución nutritiva como también efectuar de manera más frecuente labores de desbrote y deshoje para evitar condiciones que favorezcan la aparición de enfermedades.

Finalmente el cultivar María Italia presenta características de fruto (buen sabor y color rojo intenso) y potencial de rendimiento altamente deseables las que la hacen perfilarse también como un genotipo promisorio no sólo en cultivo sin suelo, sino que también en producción forzada bajo invernadero.

En el caso de lechuga también existe una amplia diversidad de variedades y cultivares los que se diferencian según el tipo de hoja y hábito de crecimiento. Así podemos distinguir las de amarre, mantecosas o españolas, de ciclo más corto y por lo tanto normalmente las más utilizadas en producción en invernadero y cultivo hidropónico. Aquí encontramos los cultivares Gallega o Parker, Francesa, Reina de Mayo, Trocadero y White Boston o Española entre otros. Estas, por la arquitectura de sus hojas tienden a favorecer el desarrollo de *Botrytis cinerea*, por lo que se debe ser más cuidadoso en evitar condiciones que ayuden en la infección de este hongo.

Un segundo grupo lo constituyen las lechugas de cabeza, también llamadas escarolas las que presentan un ciclo vegetativo más largo que las anteriores y por ende un mayor rendimiento. Aquí existe una amplia disponibilidad de cultivares entre los que se pueden nombrar Climax, Empire, Great Lakes, Merit, Minetto, Salinas y Vanguard.

Un tercer grupo corresponde a las lechugas romanas o costinas en el que los cultivares más conocidos son Conconina, Corsica, Costina Abarca, Parris Island, Romabella, Odessa. La elección

finalmente del cultivar a utilizar, dependerá principalmente de las preferencias del mercado, precocidad y época de siembra además de características de crecimiento que pueden hacerla más o menos susceptible a algunas enfermedades.

En cuanto a melón la variedad botánica más cultivada la constituye el grupo de los inodoros que se caracteriza por frutos de tamaño medio a grande, de forma redonda, superficie lisa o rugosa de gran serosidad. Presentan una larga vida de post-cosecha siendo los cultivares más comunes Money Dew, Cassaba, Crenshaw, EarlyDew, Gold King. Un segundo grupo corresponde a los reticulados o escritos con frutos más bien pequeños de piel irregular entre los que se cuentan cultivares como Hale'sBest, Iriquois y Seneca Delicious, Durango, Galia, Mission entre otros. Estos presentan una vida de post-cosecha inferior a los anteriores.

La elección nuevamente estará determinada por el mercado y características de precocidad del genotipo junto con antecedentes de resistencia a enfermedades.

2.8.10) Control químico

Si bien en el mercado existen una serie de productos químicos para el control de distintas enfermedades, es importante tener claro el organismo y enfermedad que está afectando nuestro cultivo, antes de decidir que tipo de producto vamos a aplicar, ya que la mayoría de ellos presenta una acción específica sólo hacia ciertos patógenos.

De igual forma se debe tener presente que algunos sólo tienen acción preventiva, otros curativa y otros erradicante. Otro factor importante que se debe tener en cuenta es que el producto a aplicar se encuentre registrado en el país para ser utilizado en el cultivo en el que se va a emplear.

Si el producto obtenido se destinará a la exportación, el fungicida debe encontrarse registrado en el mercado de destino. Esta información puede obtenerse, en el caso de nuestro país, a través de la Asociación de Exportadores. (Agenda de pesticidas, registros, tolerancias y carencias en frutas y hortalizas de exportación) o bien informarse a través de las entidades gubernamentales pertinentes, en la siguiente tabla se resumen los fungicidas registrados para el caso de tomate fresco en los distintos mercados de destino.

Producto	País de registro
Azoxystrobin	Estados Unidos Canadá Unión Europea Brasil
Benomyl	Estados Unidos Canadá Unión Europea Argentina Brasil
Captan	Estados Unidos Canadá Unión Europea

	Argentina Brasil
Chlorotalonil	Estados Unidos Canadá Unión Europea Argentina Brasil
Difenoconazole	Canadá Alemania Francia Holanda Italia Brasil
Fenbuconazole	Canadá Alemania Bélgica Francia Holanda

Fuente: Agenda de pesticidas, registros, tolerancias y carencias en frutas y hortalizas de exportación, Asociación de Exportadores de Chile A.G.

Al momento de decidir su utilización se deben respetar los periodos de carencia señalados en la etiqueta del producto (tiempo que debe transcurrir desde la aplicación hasta la cosecha) y de reingreso (lapso de tiempo que debe pasar luego de la aplicación antes que se puedan realizar nuevamente labores en el cultivo). Para evitar el acceso de personas se deben colocar señales de advertencia.

Para determinar la frecuencia de aplicación se debe tener presente el efecto residual del producto (tiempo que permanece activo contra el patógeno). Así por ejemplo un producto recomendado para el control de mildiú en lechuga cuyos ingredientes activos son Benalaxil y Mancozeb, presenta un tiempo de carencia de 30 días. Esto implica que la última aplicación de este fungicida al cultivo podría realizarse al menos un mes antes de cosecha. Por otra parte su efecto residual es de aproximadamente 12 a 14 días, por lo que la frecuencia de aplicación debería ser cada dos semanas.

En el caso particular de virus, como ya se ha señalado, al no existir productos que tengan un control curativo sobre las enfermedades que causan, todas las medidas apuntan a impedir el ingreso del agente fito-patógeno al huésped (control preventivo). De esta forma, las medidas de manejo tienen como objetivo: eliminar las fuentes de infección, evitar la diseminación del virus a través de los vectores dentro del cultivo y utilizar variedades o cultivares resistentes o tolerantes.

Sin embargo, para este tipo de patógeno se puede realizar un control indirecto, a través de la aplicación de productos químicos (insecticidas) que actúen sobre los agentes vectores (pulgones, trips entre otros), reduciendo la dispersión del virus en el campo.

Su aplicación es poco efectiva en el caso de virus no persistentes. Igual cosa ocurre para fitoplasmas y bacterias fastidiosas fitopatógenas, algunas de las cuales son diseminadas a través de langostinos.

Finalmente, cualquiera sea el caso de empleo de fungicidas, bactericidas o insecticidas, se debe tener siempre presente el utilizarlos sólo las veces que sea necesario, para que su impacto sobre el medio ambiente sea mínimo. Desde este punto de vista, es recomendable favorecer el empleo de métodos de control de enfermedades tanto biológicos como culturales.

2.8.11) Control biológico

Existen muchos microorganismos que han sido considerados como antagonistas de algunos patógenos, constituyendo una alternativa a los productos químicos. La lucha ejercida por ellos puede ser por el contacto físico directo de éste con el agente causal de la enfermedad o bien por la liberación por parte del biocontrolador de sustancias que tienen un efecto negativo sobre el patógeno. Otra forma de actuar es a través de la competencia por espacio y nutrientes (Jarvis, 2001a; Vega, 1999).

El objetivo del control biológico es estimular la colonización de la superficie de las plantas, por antagonistas saprofitos capaces de multiplicarse y disminuir el inóculo de los patógenos.

Los biocontroladores son selectivos y no dañan los tejidos de la planta, siendo una alternativa ecológicamente más conveniente, sin problemas de contaminación y de residuos químicos (Loison, 2003).

Así, se han transformado en una herramienta de real importancia dentro del manejo integrado de enfermedades (Bruna, 1991). Dentro de la lista de microorganismos con actividad antagonista se pueden mencionar entre otros, hongos del género *Trichoderma* sp. y algunas de las especies de las bacterias *Bacillus* y *Pseudomonas* (Campbell, 1989).

Trichoderma es un habitante común del suelo, capaz de controlar un gran número de patógenos tales como *Armillaria mellea*, *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium* spp., *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp. entre otros (Sivanet al., 1987; de Meyer et al., 1998).

Su forma de acción es por competencia y predación, enrollando su micelio alrededor del cuerpo del patógeno (hifas), el que es penetrado y finalmente desintegrado. También algunas especies y razas de este hongo son capaces de producir antibióticos especialmente a pH bajos (Cook, 1989), y generar una respuesta de resistencia sistémica de la planta frente al patógeno (de Meyer *et al.*, 1998).

Ensayos realizados en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca en lechuga en cultivo hidropónico (Nutrient film technique-NFT) mostraron a una cepa chilena nativa de *Trichoderma* como un eficiente controlador de *Botrytis cinerea* en aplicaciones preventivas.

Por otra parte, *Bacillus subtilis* ha mostrado como un eficiente controlador de hongos como *Fusarium* y *Rhizoctonia solani* en cultivos como tomate, sandía y papa (Solis y Ramos, 1996; Zabaleta-Mejía, 2000; Bradaet *al.*, 1995). Su efecto, cuando se aplica al suelo o en las semillas, no se debe

exclusivamente a su antagonismo con los patógenos y la liberación de compuestos con propiedades antifúngicas, sino que también a la producción de sustancias promotoras del crecimiento (Fernández y Vega, 2001).

Las rizobacterias del género *Pseudomonas*, principalmente las especies *P. fluorescens* y *P. putida*, también han resultado ser eficientes controladores de pudriciones blandas causadas por agentes fitopatógenos en muchos cultivos, cuando se aplican a las semillas y raíces de plantas (Agrios, 1997)

2.8.12) Manejo integrado

Así, dependiendo del historial de presencia de enfermedades en el lugar donde desarrollaremos nuestro cultivo, deberíamos tener presentes como medidas de control integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos las siguientes:

Asociadas a manejo de la temperatura

- A través del manejo de la aireación evitar condiciones de temperatura favorables para el desarrollo de enfermedades. Es recomendable ventilar temprano en la mañana (si las condiciones climáticas lo permiten) para así lograr que la temperatura suba paulatinamente y se evite la formación de rocío.
- Definir apropiadamente las fechas de siembra y trasplante de modo de otorgar al cultivo las condiciones térmicas óptimas para su desarrollo. Semillas germinando en condiciones adecuadas de temperatura lo hacen de manera más rápida, estando menos expuestas al ataque de patógenos. De igual modo, plantas creciendo bajo temperaturas apropiadas se mostrarán más resistentes a infecciones.

Asociadas a manejo de la humedad

- Evitar condiciones de falta de aireación y exceso de humedad que favorezcan el desarrollo de enfermedades. De aquí la importancia de favorecer la ventilación dentro del cultivo, considerando en el caso de invernaderos, la existencia de lucarnas (ventilación cenital) y ventanas laterales.
- No mojar el follaje, a menos que exista la seguridad de que este se seque rápidamente (dentro de una hora o dos).

Asociadas al sustrato empleado

- Asegurarse de que el sustrato a utilizar este libre de enfermedades. La presencia de tierra o composta no desinfectado en éste, podría implicar un riesgo, ya que la existencia de cualquier patógeno tendría un carácter explosivo al no existir competidores o controladores naturales. Por lo anterior es importante conocer al proveedor, especialmente si se trata de cascarilla de arroz o cualquier otro sustrato vegetal que haya sido almacenado. En el caso de turba y cualquier otro sustrato orgánico compostado, idealmente se debe contar con la certificación del proceso, y a pesar de tener esta información es recomendable asegurar el pH de éste. De lo contrario se corre el riesgo de que se produzcan desórdenes nutricionales en la planta, que la debilitan y favorezcan el ingreso de patógenos.

Asociadas a la fertilización y solución nutritiva

- Evitar condiciones de estrés en las plantas producidas por cambios bruscos de pH, conductividad eléctrica o temperatura de la solución nutritiva.
- Mantener una fertilización balanceada, en particular durante el periodo de fructificación, evitando aplicaciones excesivas o falta de algunos nutrientes como Nitrógeno. Para esto se debe asegurar el elegir la mejor solución nutritiva para el sistema hidropónico empleado, cultivo y ajustada al agua de riego.

Asociadas a prácticas culturales

- Desinfección de la estructura del invernadero, siendo posible utilizar para esto una solución de hipoclorito de sodio al 2%. Normalmente la lejía comercial viene en concentración del 7%, por lo que una parte de ésta por tres partes de agua limpia daría la concentración final requerida. También se pueden utilizar otros desinfectantes comerciales de venta en el mercado en base a Yodo.
- Cubrimiento del suelo del invernadero con plástico, para evitar contaminación del sustrato. Para esto también se pueden utilizar sacos de fertilizante, semillas o papas, en lo posible blancos, previamente lavados.
- Mantener cubierto el estanque de riego para evitar contaminación y ojalá recibir el agua por tubos.
- Eliminar malezas y restos vegetales en el área de cultivo o la cercana a él.

- Recolectar y eliminar las primeras hojas que se observen infectadas, ya que estas constituyen fuente inóculo, siendo especialmente importantes en lugares cerrados como invernaderos.
- Para enfermedades en que no existan alternativas de control curativo eficientes (virosis por ejemplo), eliminar plantas enfermas y aquellas inmediatamente vecinas. Igual cosa con aquellas que presenten estados avanzados de infección donde no existan posibilidades de recuperarlas. Para tal fin, colocar una bolsa plástica sobre ellas y de esa forma sacarlas del cultivo de modo de evitar tocar otras plantas. Depositarlas en un lugar alejado, ojalá en un recipiente con tapa para evitar que queden expuestas al viento, agua o insectos.
- Planificar adecuadamente las fechas de siembra y establecimiento del cultivo, de modo de evitar que este se vea sometido a condiciones de estrés que lo hagan más susceptible a ciertas enfermedades. De igual modo al modificar fechas de siembra podemos evitar los momentos con mayor población de insectos vectores de virus u otros patógenos (trips, pulgones).
- Desinfectar periódicamente herramientas con una solución de fosfato trisódico o hipoclorito de sodio al 2%, o bien desinfectantes en base a Yodo de venta en el mercado.
- Monitoreo permanente del cultivo (al menos semanalmente), buscando tanto plantas con síntomas que pudiesen estar asociados a enfermedades, como también presencia de insectos, potenciales vectores de algunos patógenos tales como virus (pulgones, trips). Para esto, como ya se ha señalado, se pueden instalar trampas pegajosas de colores (normalmente azules, amarillas o blancas) en los sectores con malezas en torno al área de producción. Es importante llevar un registro permanente de los resultados de este monitoreo.
- Entrenamiento del personal en cuanto a desinfección de manos y herramientas. Así, es importante mantener un recipiente con desinfectante al final de cada hilera o entre hileras. Para esto se puede utilizar detergente en agua, leche descremada, fosfato trisódico o desinfectantes en base a Yodo.
- Dejar para realizar al final labores en sectores afectados o en los que se sospeche de la presencia de alguna enfermedad.
- No fumar dentro de las áreas de cultivo, ya que esto puede ser una fuente de inóculo de virus.
- Realizar la cosecha en momentos del día más frescos y menos húmedos.
- Cosechar cuidadosamente, evitando causar heridas con las uñas.

- Trasladar rápidamente el producto desde el sol a un lugar en la sombra y fresco, ojalá refrigerado. Por ejemplo en el caso particular de lechuga, estas se deben mantener luego de cosecha a una temperatura de 1°C-2°C, con una humedad relativa de un 95%.
- En cultivos como tomate o melón, donde se realizan podas o amarres, es importante efectuar los cortes a ras del tallo, y llevar a cabo las labores en momentos en que la humedad relativa no sea muy alta.

Asociada al material vegetal empleado

- Asegurarse de la procedencia y estado fitosanitario de semillas o plántulas.
- En caso de no estar seguro de la calidad sanitaria de las semillas, desinfectar éstas con una solución de hipoclorito de sodio al 1% por 20 minutos.
- Emplear en lo posible variedades o cultivares que presenten resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades. La resistencia genética es una de las más importantes alternativas de control para cualquier patología siendo preferida por sobre cualquier otro método. Estos genotipos pueden obtenerse ya sea a través de programas de fitomejoramiento tradicionales o bien, ingeniería genética. En este último caso, se ha logrado disponer de plantas resistentes por ejemplo, transformándolas con el transgen de la proteína de la cápsida del virus (Fraser, 1987).
- Tener en cuenta la arquitectura o hábito de crecimiento del genotipo ya que este aspecto en muchos casos puede determinar una mayor susceptibilidad o no a ciertas enfermedades. Así por ejemplo, variedades de lechuga, del tipo mantecosa, que presentan las hojas externas más abiertas en general, pero que forman cabeza, tienden a presentar mayor probabilidad de desarrollar hongos como *Botrytis cinerea*, ya que estas hojas permiten que se acumule humedad en la base de ellas favoreciendo el desarrollo de hongos. No obstante éstas son las más utilizadas en cultivo hidropónico debido a su precocidad y calidad culinaria.

Asociadas a estructura, ubicación y características del invernadero

- Orientación del invernadero paralela a los vientos predominantes en el sector, de modo de favorecer la aireación.
- Evitar utilizar para su emplazamiento lugares sombreados, cercanos a árboles u otras estructuras que no permitan una buena iluminación y circulación de aire.

- Considerar en su construcción una altura de al menos tres metros en la parte baja y ventilación tanto en la parte superior (lucarnas de 50 cm) como lateral.
- Ubicar un pediluvio con solución desinfectante en los accesos del invernadero (sulfato de cobre). Este consiste en un recipiente del tamaño suficiente como para que una persona se pueda parar en él, y de una profundidad de unos 4 a 5 cm, que contiene una esponja de aproximadamente igual tamaño embebida en la solución desinfectante.
- Implementar doble puerta en el acceso con el fin de dificultar el posible ingreso de insectos vectores de enfermedades al interior del invernadero.

2.8.13) Enfermedades de importancia en el jitomate

Esta especie generalmente se cultiva en sustratos como perlita, lana de roca, fibra de coco, turba o mezclas con cascarilla de arroz u otros, en sistemas abiertos, es decir fertirrigación. En general son muchos los patógenos asociados a esta hortaliza, que pueden afectarla en cultivo hidropónico. Así entre otras podemos mencionar:

Manchas foliares, producidas por distintas especies de hongos, entre otros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphylium*. En muchos casos estas se inician como manchas cloróticas circulares, las que luego se necrosan, observándose a veces la presencia en estas de anillos concéntricos. En estados más avanzados de la enfermedad y en ataques severos se puede producir incluso defoliación (Apablaza, 1999; Latorre, 1995).

Para el control de estas patologías es fundamental, entre otras medidas culturales el utilizar semilla y plántulas sanas, y eliminar hojas enfermas y restos de cosecha de cultivos anteriores, ya que estos pueden constituir la principal fuente de inóculo. Por otra parte es importante favorecer la aireación en el cultivo de modo de evitar que el follaje permanezca con agua libre por periodos prolongados de tiempo.

De esta forma logramos impedir que se den condiciones propicias para el inicio de nuevas infecciones. En producción bajo invernadero esto se puede lograr a través del empleo de sistemas de ventilación lateral, uso de doble techo para impedir el goteo del agua sobre las plantas y un diseño adecuado en cuanto a tamaño que permita una adecuada circulación de aire.

Por otra parte existen cultivares que presentan resistencia a *Stemphylium* y *Cladosporium*. Así para el primer hongo podemos mencionar, entre las variedades recomendadas para cultivo bajo invernadero a Agora, Cobra, Carmelo, Alonso, Any-11 y Fortaleza. Para el segundo patógeno se señalan como resistentes los genotipos Vanesa, Vicar, Alambra, y Alonso.

En cuanto a productos químicos, se recomienda emplear fungicidas como Mancozeb, Propineb, Clorotalonil, Cyproconazole, Fenarimol, Hexaconazole o Iprodione al existir condiciones favorables para el desarrollo de estos hongos, como son una alta humedad relativa (superior a un 85%),

acumulación de agua sobre el follaje y temperaturas moderadas. *Stemphylium* y *Cladosporium* presentan como temperaturas óptimas para su crecimiento 24-26°C, mientras que *Alternaria* puede desarrollarse bien en rangos de temperaturas mayores (9 a 30°C). Es importante como ya se ha señalado al momento de emplear fungicidas considerar registro del producto para el cultivo, y respetar tiempos de carencia y periodos de reingreso. De igual modo la frecuencia de aplicación debe establecerse de acuerdo al efecto residual.

Tizones foliares: como los causados por *Phytophthora* infestans (tizón tardío) y *Alternaria solani* (tizón temprano). Se caracterizan por la presencia inicial en las hojas de lesiones necróticas, seguido de una muerte rápida y extensiva del follaje de la planta, que se puede asemejar al daño producido por heladas (Apablaza, 1999; Latorre, 1995).

El agente causal de tizón tardío en particular requiere de condiciones para su desarrollo las que han sido claramente determinadas. Así por ejemplo para la formación de los esporangios del hongo (forma como se disemina), la temperatura óptima se ubica entre los 18 y 21 °C, con humedades relativas cercanas al 100%. Por otra parte para la germinación de las zoosporas (espora que da inicio a la infección y que se libera desde los esporangios) el óptimo se encuentra entre los 12 y 15°C

El patógeno también puede iniciar la infección sin necesidad de formar zoosporas, a través de la germinación directa del esporangio. En este caso la temperatura óptima es de 25°C. Por tal motivo existen sistemas de pronóstico para esta patología los que pueden ser empleados para definir los momentos en que es necesario realizar algún tipo de aplicación de fungicidas para su control.

Si no se cuenta con éstos, se debe tener claro que presencia de agua libre sobre el follaje por periodos de 2 o más horas con temperaturas que vayan desde los 12 a los 21 °C, son las condiciones ideales para el desarrollo de esta enfermedad.

De darse estas condiciones, entre los fungicidas posibles de utilizar se pueden mencionar productos como Azoxystrobin, Trifloxystrobin, Cymoxanil, Clorotalonil, Dimetomorfo, Mancozeb, Mefenoxam, Metiram, Oxadixilo, cúpricos (Oxicloruro de cobre, óxido de cobre), Propineb y Metalaxilo.

En cuanto a tizón temprano como medidas de control es importante la desinfección de semillas, y favorecer la aireación dentro del cultivo. Eso es especialmente importante en producción en lugares cerrados como invernaderos, donde se debe favorecer la aireación disponiendo de sistemas de ventilación apropiados.

De igual manera, al igual que en el caso de manchas foliares y pudrición gris se recomienda el eliminar hojas y tallos de plantas enfermas, los que constituyen una importante fuente de inóculo. Estas deben ser depositadas en bolsas cerradas al momento de recolectarlas para evitar dispersión de las esporas del hongo hacia tejido sano, y luego quemarlas.

Al existir condiciones predisponentes (alta humedad ambiental, superior al 85% y temperaturas moderadas, entre 10 y 28° C) se puede recurrir a la aplicación de fungicidas como Mancozeb,

Clorotalonilo, Iprodione, Anilazina, Azoxystrobin, Trifloxystrobin, Metconazol, Metiram, Propineb, Tebuconazol y Cúpricos (Latorre, 2004).

Botritis, moho gris o pudrición gris, que probablemente constituye el problema patológico más ampliamente distribuido, al afectar no sólo tomate, sino también otras especies hortícolas en cultivo hidropónico. Esta enfermedad es causada por el hongo *Botrytis cinerea*. Normalmente los primeros síntomas de esta patología se manifiestan como lesiones acuosas, en muchos casos asociadas a tejido muerto.

Estas posteriormente, si existen condiciones de humedad apropiadas, pueden tomar un color café grisáceo, y el patógeno desarrollar esporas, las que son de color gris, sobre el tejido enfermo. Estas constituyen la principal fuente de inóculo, pudiendo la enfermedad diseminarse rápidamente en particular, si existen condiciones de humedad apropiadas para el desarrollo del hongo (Latorre, 1995; Apablaza, 1999; Jarvis, 2001c). Esta última condición es fundamental para la infección, siendo necesarias humedades relativas superiores al 90% para que sus esporas germinen.

Si existe persistencia de agua libre sobre el follaje las condiciones serán óptimas para el desarrollo de esta enfermedad. Lo anterior debe estar asociado a temperaturas apropiadas, ubicándose el óptimo para el crecimiento de *Botrytis* entre los 20 y 24°C, no siendo frecuentes infecciones por sobre este rango.

De acuerdo a lo anterior, es fundamental para el control de este patógeno el regular adecuadamente las condiciones de humedad y temperatura en el cultivo, situación que adquiere especial relevancia en producción bajo invernadero. De esta forma, se deben tener presentes las recomendaciones señaladas para manchas foliares y tizones.

En el caso de este patógeno, es importante al momento de aplicar fungicidas, realizar una rotación de grupos químicos, no aplicando en forma reiterada el mismo producto. Entre otros productos se recomiendan Benomilo, Carbendazima, Metiltiofanato, Captan, Clorotalonil, Cyprodinil en mezcla con Fludioxonil, Diclofluanid, Iprodione, Procymidone, Fenhexamid y Pyrimethanil. También se dispone en el mercado de algunos productos en base a extracto de pomelo.

Existen además experiencias en el control de esta patología a través de la aplicación preventiva de bicarbonatos, en particular bicarbonato de potasio en soluciones al 1%.

En cuanto a las medidas de control cultural dentro de un manejo integrado de la enfermedad, junto con una adecuada aireación como ya se ha mencionado, es recomendable el eliminar hojas senescentes de la planta que pueden ser sustrato propicio para el desarrollo del hongo, al igual que tejido ya infectado, en el caso de pequeñas superficies, ya que este constituirá fuente de inóculo.

De igual modo es importante evitar exceso de fertilización nitrogenada, ya que esto favorece tejidos suculentos y un mayor crecimiento vegetativo dando condiciones apropiadas para la infección. En algunos casos, aplicaciones de calcio han demostrado ser efectivas en aumentar la resistencia al hongo en frutos y planta en general.

Finalmente para esta enfermedad se han obtenido buenos resultados en control preventivo a través de la aplicación de agentes biocontroladores como *Trichodermaspp.* y *Bacillus subtilis*. Sin embargo esto no es válido para todas las cepas o aislados de estos controladores biológicos, por lo que es importante previo a su utilización consultar a los distribuidores si éstas han sido evaluadas en el control de este patógeno.

Se debe tener presente la compatibilidad con fungicidas o bactericidas que se puedan aplicar en conjunto o dentro del programa fitosanitario.

Pudriciones radicales: las que son producidas por hongos del género *Pythium*spp. y *Phytophthora*spp. Estos pueden ser de especial importancia en cultivos hidropónicos, especialmente cuando se emplean técnicas con sustrato. Lo anterior ya que sus esporas que poseen flagelos, pueden diseminarse fácilmente en el agua. Los síntomas asociados a esta patología son necrosis y pudrición en las raíces y cuello de la planta (Sherf y MacNab, 1986; Apablaza, 1999; Latorre, 1995; Jarvis, 2000).

Las plantas afectadas, pueden mostrar una pérdida parcial o total de la coloración del follaje, seguido de un decaimiento progresivo y reducción del vigor, dando un aspecto general de marchitez (Latorre, 1995).

La temperatura óptima para la formación de esporangios y diseminación de ambos patógenos se ubica entre los 18 y 23°C. Sin embargo las pudriciones radicales se pueden presentar con temperaturas por fuera de este rango.

Al igual que para muchas enfermedades, el utilizar semilla de calidad, es un factor fundamental en el control de esta patología. Sin embargo el asegurarse de la limpieza y ausencia de posibles fuentes de contaminación en el sustrato, bandejas, agua y solución nutritiva constituyen medidas de control cultural aún más importantes.

La presencia de tierra no desinfectada implica un alto riesgo, ya que como se señaló anteriormente, al no existir competidores o controladores naturales, el aumento de la población del patógeno puede ser explosivo. Entre las medidas para evitar contaminación se pueden señalar:

- Cubrir los estanques de riego y utilizar tuberías para conducir el agua
- Lavar y desinfectar recipientes con hipoclorito de sodio al 1%
- En lo posible mantener el suelo cubierto con polietileno para evitar contaminación con tierra.

Por otra parte, para asegurarse de la ausencia de inóculo de estos hongos en la solución nutritiva, se puede recurrir a la cloración de ésta (hipoclorito de sodio o de calcio en concentración de 2 a 5 ppm de cloro), o bien su filtrado lento a través de 60 a 90 cm de lana de roca granulada o bien arena fina (Stephens, 2000).

También se le pueden realizar tratamientos con burbujeo de ozono en dosis de 8 a 10 g/hora/m aplicación de peróxido de hidrógeno en concentración de 400 ppm o empleo de lámparas de radiación ultravioleta (254 nm) (Runia, 1994a, Runia, 1994b).

Las esporas de estos hongos pueden ser eliminadas de una solución nutritiva de bajo caudal (18 L/h) con dosis de radiación ultravioleta cercanas a 430 mJ/cm . En cuanto al agua empleada esta se puede someter a tratamientos con temperatura (90° C por 2 minutos o 85 °C por 3 minutos).

En sistemas recirculantes (NFT), la solución nutritiva se renueva diariamente, por lo que el agua que se agrega debe ser precisamente controlada.

En cuanto al sustrato, este puede ser desinfectado con vapor a 85° C al menos por 30 minutos o bien con agua caliente (100° C) en cantidades de 1 litro por dm . También es posible su desinfección a través de la solarización por periodos de al menos dos meses (Gómez, 2004).

Otra forma de controlar estos patógenos es manipulando la temperatura del agua con la que se prepara la solución nutritiva. Así la incidencia de *Pythiumaphanidermatum*, de importancia en tomate, disminuye con temperaturas menores a 23 °C. Por el contrario *Phytophthora cryptogea* se ve favorecida por temperaturas bajo este rango, por lo que una medida de control en este caso puede ser elevar la temperatura de la solución nutritiva (Stanghellini y Rasmusen, 1994)

La adición de surfactantes no iónicos a la solución nutritiva también constituye una alternativa de control que permite reducir la diseminación de estos patógenos. Estos actúan sobre las zoosporas, destruyendo la membrana citoplasmática. A concentraciones de 20 mg de ingrediente activo/litro de solución nutritiva recirculante serían efectivos.

La aplicación del fungicida Metalaxil en dosis de 5 ug de ingrediente activo/ml de solución nutritiva constituye otro método efectivo de control. Sin embargo su utilización permanente puede llevar al desarrollo de razas del patógeno resistentes. Además se debe considerar su registro para empleo en tomate hidropónico en los distintos países.

Por otra parte, formulaciones comerciales de *Bacillus subtilis* también han resultado efectivas en el control preventivo de esta enfermedad (Latorre, 2004).

Pudriciones de post-cosecha: causadas por diversos géneros y especies de hongos, son otro grupo de patologías de importancia en tomate. Muchas de ellas se pueden mantener latentes sin desarrollar síntomas, en flores o follaje, desarrollándose luego de la cosecha. Además de *Botrytis* spp., causante de pudrición gris, descrita anteriormente, existen otros géneros de hongos asociados a este tipo de patología como es *Alternaria* spp.

El desarrollo de este tipo de problema se encuentra en muchos casos asociado a la presencia de heridas en frutos, producto de un mal manejo en la recolección y almacenamiento de ellos (Jarvis, 2002b; Snowdon, 1991).

De aquí que las medidas de control para evitar la aparición de hongos asociados a estas pudriciones apunten a realizar una cosecha cuidadosa, ojalá en los momentos del día más frescos y menos húmedos, evitando el causar heridas que sean punto de entrada de los patógenos.

Por lo anterior es recomendable asegurarse que los cosechadores tengan sus uñas cortas y manos limpias. El producto cosechado en lo posible debe trasladarse rápidamente desde el sol a un lugar en la sombra y fresco, ojalá refrigerado.

Cancro bacteriano del tomate: cuyo agente causal es *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*. Esta enfermedad es específica para esta especie, siendo de especial importancia en producción forzada bajo invernadero, debido a la eficiente diseminación mecánica del agente causal.

Así, el gran número de labores que se realizan bajo esta modalidad de producción favorecen la dispersión de la bacteria. Inicialmente las plantas infectadas muestran clorosis y amarillamiento unilateral, con presencia de estrías y pequeños canchros en los tallos. Posteriormente estas se marchitan.

La temperatura óptima para el desarrollo de la bacteria causante de esta enfermedad es 26° C. Sin embargo presenta un rango dentro del cual se puede desarrollar que va desde los 2°C y 34°C. Esto nos indica su adaptación a una diversidad de condiciones.

Nuevamente para el control de este patógeno aparece como una medida fundamental el asegurarse de la calidad fitosanitaria de la semilla que se emplee, ya que esta puede constituir la principal fuente de inóculo inicial. En caso de no estar seguros, se puede recurrir a la desinfección de ésta con hipoclorito de sodio al 1% (lejía) por 20 a 25 minutos, o tratamientos con agua caliente a 56°C por treinta minutos.

De igual modo es recomendable antes de iniciar el cultivo, cuando la producción se realiza en invernaderos o algún lugar cerrado, desinfectar con hipoclorito de sodio al 2%, los postes, vigas y cualquier estructura que pueda ser reservorio del patógeno. Esto es particularmente importante si la enfermedad se ha presentado antes.

También es fundamental como medida de control, la higiene dentro del cultivo, y la desinfección de herramientas, manos, y útiles de trabajo con lejía al 1%. Es recomendable mantener al final de cada hilera un recipiente con una solución de este compuesto para que los operarios introduzcan manos y utensilios empleados.

De igual modo, si se ha cultivado tomates en el mismo sector y la enfermedad se ha presentado, constituye una medida de control el eliminar todos los restos del cultivo y quemarlos ya que estos pueden ser fuente de inóculo para la nueva temporada.

Por otra parte, también se debe evitar que el problema sea introducido desde otras siembras. De esta forma si los operarios han estado trabajando en otros cultivos de tomate, es recomendable que antes de iniciar cualquier labor, desinfecten manos y en lo posible cambien su ropa de trabajo.

En cuanto a control químico, se puede recurrir a aplicaciones preventivas de productos cúpricos como oxiclورو de cobre, óxido de cobre o hidróxido de cobre. Una vez que el problema está presente, estas ayudaran a reducir la velocidad de diseminación de la enfermedad.

Peca y mancha bacteriana del tomate: producidas por las bacterias *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato* y *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* respectivamente.

En plantas enfermas es posible observar lesiones necróticas en los folíolos, las que también pueden afectar los frutos, perdiendo éstos calidad comercial. En ataques severos puede verse afectado gran parte del folíolo, pudiendo incluso las plantas defoliarse.

La peca bacteriana se ve favorecida por condiciones de alta humedad y temperaturas relativamente frescas. Así el óptimo para su desarrollo se ubica en los 17-18°C. Con humedades relativas superiores al 80% que favorezcan la condensación de agua sobre el follaje de las plantas, la enfermedad puede aparecer con temperaturas que van desde los 12 a los 25° C.

En cuanto a mancha bacteriana, su agente causal presenta requerimientos térmicos un poco más altos, si bien también asociados a humedades relativas altas superiores al 85%. Así su desarrollo se ve favorecido con temperaturas que van desde los 20 a 32° C. Al contrario de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, noches con temperaturas cálidas incrementan su incidencia, la que se ve reducida por noches frescas.

El control de ambas bacterias parte del empleo de semillas sanas ya que esta es una forma de transmisión del patógeno. Si no se está seguro de la sanidad de éstas, se puede recurrir a los métodos de desinfección ya mencionados para cancro bacteriano.

De igual manera, en cultivos hidropónicos bajo invernadero es fundamental favorecer la aireación, evitando la condensación de agua dentro de éste. Lo anterior principalmente porque los agentes causales de ambas patologías se diseminan por el salpicado de gotas de agua. Una solución a este problema en producción bajo invernadero, es disponer de lucarnas o ventanas de ventilación lateral, o bien utilizar doble techo para evitar el goteo del agua condensada sobre las plantas.

También en el caso de estas enfermedades es recomendable si se han presentado, eliminar tejido enfermo y luego restos de cultivo. De igual manera se debe evitar la presencia de malezas, particularmente solanáceas, que pueden constituir fuente de inóculo.

Dentro del manejo integrado además se puede recurrir a la aplicación de productos con cobre (hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre u óxido de cobre) de manera preventiva, cuando existan

antecedentes de presencia de estas enfermedades, y las condiciones ambientales sean propicias para su desarrollo.

Virosis:

En el caso de hortalizas, un ejemplo particular donde los virus pueden llegar a ser agentes fitopatógenos de importancia es tomate. Para este cultivo se han descrito al menos siete virosis afectando esta especie.

Estos además de causar disminuciones en el rendimiento por aborto floral y menor vigor, también afectan la calidad de los frutos, al producir deformaciones y manchado en estos. A continuación se resumen algunos de los principales virus descritos en nuestro país para esta especie (Apablaza, 1999).

Nombre de la enfermedad	Agente causal	Huéspedes	Diseminación
Mosaico del tomate	<i>Tomatomosaic tobamovirus- ToMV</i>	Solanáceas	Mecánica
Mosaico del tabaco	<i>Tobacomosaic tobamovirus- TMV</i>	Solanáceas	Mecánica
Mosaico leve o latente de la papa	<i>Potato X potexvirus-PVX</i>	Solanáceas	Mecánica
Mosaico rugoso o severo de la papa	<i>Potato Y potyvirus-PVY</i>	Solanáceas	Pulgones (no persistente) Mecánica Tubérculos contaminados

Mosaico del pepino	<i>Cucurbitomosaicbromovirus-CMV</i>	Cucurbitáceas, Tomate, Espinaca, Tabaco, Lechuga	Pulgones (no persistente) Mecánica Semilla
Mosaico de la alfalfa	<i>Alfalfa mosaicbromovirus</i>	Solanáceas, Leguminosas, Apio, Lechuga.	Pulgones (semipersistente) Semillas
Marchitez manchada del tomate	<i>Tomatospotted bunyavirus-TSWV</i>	Tomate, Pimiento, Tabaco, Lechuga	Trips Semilla
Mosaico del pepino dulce	<i>Pepino dulce mosaicpotexvirus-PepMV</i>	Tomate, Pepino dulce	Mecánica

Los síntomas para este tipo de patología pueden ser variables, desde cambios en la coloración normal de los folíolos (mosaicos, moteados, clorosis, bronceado, necrosis) y frutos a alteraciones en el crecimiento (enanismo, acortamiento de entrenudos, deformación de folíolos y filimorfismo, aborto deflores y frutos).

De aquí que ellos en la mayoría de los casos no sean suficientes como para realizar un correcto diagnóstico. Así para este tipo de enfermedades es necesario recurrir a otras técnicas para identificar con exactitud al agente causal.

Las medidas de control de este grupo de patógenos en cultivo de tomate hidropónico, variaran de acuerdo al virus. Sin embargo existen recomendaciones generales dentro del manejo integrado como son:

- Eliminación de plantas con síntomas que constituyen fuente de inóculo, lavándose las manos inmediatamente luego de eliminarlas, antes de volver a trabajar al cultivo. Es recomendable también remover aquellas inmediatamente adyacentes, ya que éstas también pueden presentar el virus sin mostrar aún síntomas.
- Monitoreo permanente para ubicar plantas sintomáticas, especialmente exhaustivo antes de cualquier labor que implique manipuleo de éstas como poda, amarre, desbrote.
- Eliminación de rastrojos desde sustratos y esterilización de estos, ya que algunos virus como TMV pueden permanecer por periodos prolongados, de hasta dos años en ellos.
- Limpieza periódica de la ropa de trabajo, la que ojalá debe cambiarse diariamente.

- Desinfección cada cierto tiempo, por 5 minutos en agua hirviendo de herramientas, y utensilios de trabajo para eliminar cualquier posible contaminación.
- Limpieza de manos en una solución de agua y jabón, o bien leche descremada.
- Eliminación de malezas que pueden constituir huéspedes alternativos. Es el caso de chamico (*Datura*), quinguilla (*Chenopodium*), bledo, correhuela, malva, entre otras. Es importante tener presente que algunos virus presentan rangos de huéspedes bastante amplios, que incluyen también otras especies cultivadas. Es el caso de TMV, ToMV, CMV entre otros.

Las medidas anteriores son especialmente importantes en virus que se transmiten mecánicamente. De igual modo en aquellos que se diseminan a través de insectos, es importante mantener trampas pegajosas dentro del cultivo y malezas o cultivos aledaños, para monitorear la aparición de pulgones, trips, u otros que pudiesen actuar como vectores. Luego en base a los niveles de captura se debe determinar cuando aplicar medidas de control ya sea a través de la aplicación de insecticidas o bien empleo de enemigos naturales (depredadores, parasitoides y entomopatógenos).

Esto debería ser cuando el número de individuos capturados comience a aumentar. Estas trampas pueden ser de color amarillo (pulgones) o celeste (trips), debiendo estar ubicadas a la altura de las plantas.

Por otra parte, en aquellos virus que se diseminan por semilla, como TMV y ToMV se puede recurrir a tratamientos con calor, a 70°C, por periodos variables de 2 a 60 días para eliminar el patógeno.

Otra medida de control la constituye el empleo de cultivares resistentes. Sin embargo esta alternativa sólo existe para el virus del mosaico del tabaco al que muchos de los genotipos disponibles en el mercado son resistentes. Es el caso de Max, Super Max, Presto, Agora, Cobra, Carmelo, Alonso, Fa-144, Any-11, Arletta, Fortaleza, BHN-9086, Dior, Romina y Millenium

2.8.14) Control de enfermedades durante la germinación y desarrollo de la plántula

La mayoría de los patógenos dañinos y destructivos son aquellos que dan como resultado el "damping off", el cual causa serias pérdidas de semillas, plántulas y plantas jóvenes. Además, existe un número de enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias que provienen de la semilla o están presentes en el agua.

"Damping off" es un término muy usado para describir la muerte de pequeñas plántulas resultado del ataque de algunos hongos como *Pythiumultimum* y *Rhizoctoniasolani* y otros hongos como *Botrytis* y *Phytophthoraspp*, que también pueden estar involucrados. *Pythium* y *Phytophthora* producen esporas que se mueven por el agua. El "Damping off" ocurre en varias etapas de la germinación y en el crecimiento de la plántula. (Hartmann and Kester, 1983).

La semilla puede decaer o la plántula podrirse antes de la emergencia (pre-damping de la emergencia). Esto resulta en una carencia parcial o total de la aparición de la plántula.

La plántula puede desarrollar un tallo podrido cerca de la superficie del medio y caer (post-damping off).

La plántula puede sobrevivir y mantenerse erguida pero el tallo se volverá delgado y la planta no crecerá y morirá.

Pequeñas raíces de plantas grandes pueden ser atacadas. Las plantas dejarán de crecer y morirán (pudrición de la raíz).

Las condiciones medioambientales que prevalecen durante el proceso de germinación afectarán la tasa de crecimiento, tanto a las plántulas como al ataque de los hongos. La temperatura óptima para el crecimiento de *Pythium* y *Rhizoctonia* está entre 20 a 30°C, con un decrecimiento en la actividad a temperaturas mayores y menores.

El contenido de humedad del medio de germinación es de gran importancia para determinar la incidencia del damping-off. Condiciones usualmente asociadas con el damping-off incluyen sobrerriego, drenaje pobre, carencia de ventilación, alta densidad de plántulas o daño del tallo o de la raíz durante el trasplante. Plántulas jóvenes deben ser manipuladas por las hojas, nunca por el tallo.

Síntomas parecidos al damping-off también se producen por condiciones medioambientales desfavorables en medio de emergencia. Sequedad, altas temperaturas en el medio, pueden causar daños en los tallos tiernos de la plántula cercanos a la superficie. Los tejidos de los tallos colapsados tienen la apariencia de estar "quemados". Estos síntomas pueden ser confundidos con los causados por los de los patógenos.

Los hongos que causan el damping-off pueden crecer en condiciones de solutos en el suelo, los cuales son lo suficientemente altos como para inhibir el crecimiento de las plántulas. Donde se acumulan las sales en el medio de germinación, el damping-off puede ser particularmente serio.

2.8.15) Tratamiento para las enfermedades damping-off

El control de damping-off involucra dos procedimientos separados:

La completa eliminación de los patógenos durante la propagación, mediante el uso de medios estériles y la pulverización de fungicidas.

El control del crecimiento de la planta y las condiciones ambientales, el cual minimizará los efectos del damping-off o darán un control temporal hasta que las plantas hayan superado su vulnerable etapa inicial de crecimiento.

Si el damping-off comienza después de la germinación, durante el crecimiento de la plántula, puede ser controlado tratando el medio con fungicidas tales como Captan, Propamocarb (Previcur) o Metalaxyl (Ridomil). Estos pueden ser pulverizados sobre las plántulas, de acuerdo a lo recomendado.

Thiram es un protector que es usado para prevenir una erupción del damping-off. Otro fungicida, Aliette (fosetil-aluminio), también provee un buen control de los organismos causantes del damping-off y pueden ser pulverizados sobre las plántulas. Aliette es absorbido rápidamente por las plantas y translocado ascendente y descendentemente por la savia. Aliette tiene la ventaja que no sólo actúa como fungicida, sino también estimula el mecanismo de defensa natural de la planta, a través de la producción de la fitoalexina, haciéndola menos susceptible al ataque.

2.8.16) Problemas de la germinación

El fracaso en la germinación puede ser resultado de un número de causas, la más común es la falta de viabilidad de la semilla o la excesiva temperatura. La semilla peletizada es particularmente propensa a fracasar en la germinación si el paquete ha sido almacenado abierto y ha absorbido agua. La semilla peletizada es rápida en germinar si se le siembra inmediatamente después de haber abierto los paquetes sellados.

Las semillas sin peletizar pueden perder rápidamente su viabilidad si son almacenadas en condiciones húmedas y cálidas. Semillas sometidas a temperaturas medias a altas a 20°C pueden entrar a una fase de reposo secundario, lo cual significa que no germinarán hasta que el reposo se rompa (un periodo de almacenamiento en refrigeración puede resolver el problema).

La causa más común de la germinación parcial o el completo fracaso, es la temperatura incorrecta. Las plántulas generalmente emergen bajo cobertura en condiciones de invernadero, lo cual puede causar un incremento en la temperatura óptima para la germinación de la semilla.

Una vez que la temperatura del aire y del medio se aproxima a 23°C, la germinación de las semillas sin peletizar, comenzará a ser inhibida. Las temperaturas del invernadero pueden ser reducidas usando una malla sombreadora o humedeciendo la atmósfera.

Otra causa de los problemas en la germinación puede deberse a los patógenos del damping-off antes mencionado o al contenido desigual de humedad en el medio (es más común en las bandejas almacigueras).

Así mismo siempre es recomendable esperar un tiempo razonable antes de desechar las semillas que tardan en germinar.

3) Diseño Experimental y/o Metodología

3.1) Estudio de factibilidad

3.1.1) Resumen del proyecto

El ser humano lleva mucho tiempo dedicándose al cultivo de plantas para su consumo, las plantas crecen por sí solas de forma natural, sin embargo, se ha descubierto que si se le proporcionan los requerimientos específicos a cada planta la producción de sus frutos puede ser aumentada considerablemente, es así como nace la hidroponía, que significa trabajo en agua, con el objetivo de maximizar el crecimiento natural de las plantas, haciendo mucho más eficiente la producción de cualquier planta, tanto en cantidad, como en tiempo de desarrollo.

La hidroponía es una técnica cada vez más importante debido a la alta y constante demanda de alimentos y la mala oferta de ellos, así como el tener el control de los insumos requeridos para la formación de nuestros productos

Es un proyecto productivo de tipo local para el abastecimiento del cliente-productor, generando además un poco de excedente de producción.

La técnica hidropónica es la NFT, o de película circulante, la cual ha demostrado ser la mejor técnica para utilizarse en espacios pequeños al cultivar jitomates y lechugas.

En este proyecto no hay ventas por parte del cliente-productor, sino la ganancia se obtiene al ahorrar dinero en la compra de alimentos para consumo habitual, así como un gran aumento en la calidad de los alimentos y por lo tanto en la nutrición y calidad de vida.

Este proyecto es 100% ecológico, limpia el ambiente, reduce la cantidad de CO2 en el aire, todos los insumos son biodegradables, y proporcionan mejoras en la percepción física del lugar, haciendo más relajantes y agradables las zonas donde se realiza el cultivo, mejorando la imagen de los lugares donde se implementa la técnica hidropónica, así como el ambiente en general.

3.1.2) Especificaciones generales

Servicios o bienes a elaborar

Tecnología hidropónica por unidad para producción local de *Solanumlycopersicum* y *Lactucasativa* (Jitomates y lechugas)

Costo por unidad

Costo de la unidad hidropónica: \$2500 por unidad estándar (incluye un set de insumos para 1 cultivo)

Costo de los insumos: \$400 por set para 1 cosecha (los insumos se venderán en paquete excepto cuando se negocie algo distinto con el cliente)

Materiales y materia prima a usar

Se detallan en las listas de materiales para la construcción de cada unidad hidropónica.
Se detallan en la lista de requerimientos para cada cosecha.

Producción anual pronosticada.

33 kilos de jitomate al año por cada 9 m², cosecha total anual, por planta, 5 kilos de jitomate de muy alta calidad, de 4 a 6 meses después de iniciar el cultivo.

Localización del proyecto.

Área hidropónica 01, ver imágenes en anexos fotográficos, si se requiere la dirección exacta, contactar al dueño del área hidropónica.

Localización a nivel macro

México, sobre todo en el Distrito Federal

Localización a nivel micro

Áreas hidropónicas acordadas y aprobadas para la implementación de unidades hidropónicas.

Método de Evaluación Económica

Local, debido al costo nulo de transporte de los productos

Bajo coste de transporte, de materias primas (se incluyen en el costo de la unidad hidropónica), no requiere condiciones especiales de almacenamiento debido a que el producto se consume fresco, recién cosechado.

Tiempo de recuperación de la inversión

Se recupera la inversión en la sexta cosecha, comenzando las ganancias desde la séptima cosecha.

3.1.3) Insumos, suministros y requerimientos

Insumos

Unidad hidropónica, cubierta de intemperie

Suministros

Sales y set de consumibles por cosecha

Costo de transporte de insumos y productos

Sin costo de transporte de insumos, incluido en el precio de la unidad, el transporte de insumos es realmente bajo, menos de \$50 pesos por cultivo

Disponibilidad y costos de los insumos

Siempre disponibles, los insumos tienen un costo de \$400

Vías de Acceso

Se requieren las vías mínimas para el transporte de objetos de un tamaño de hasta 2X2X2 m

Energía Eléctrica

Debe contar con energía eléctrica, preferentemente de 127 V, el suministro eléctrico es responsabilidad del cliente y debe tener el amperaje necesario para garantizar un suministro al menos de 15 A.

Agua

Debe contar con servicio de agua potable y drenaje, el suministro de agua es responsabilidad del cliente, así como la calidad de la misma, en caso de no contar con la mínima calidad de agua requerida para el cultivo, debe instalarse un filtro para llevar el agua a la calidad aceptable, o conseguir agua de calidad de alguna otra fuente.

Terreno

Cualquier terreno es adaptable para el proyecto, sin embargo las modificaciones que deban realizarse son independientes del precio de las unidades, por lo que deberán considerarse por separado.

3.1.4) Mano de obra**Recurso humano necesario**

El productor es el consumidor, así como también es el operador del sistema.

Se requiere una sola persona, preferentemente el cliente, quien es también el productor, consumidor y operador del sistema, que dedique 1 hora al día para controlar los parámetros, 4 horas cada 2 semanas para mantenimiento óptimo del cultivo, y 4 horas para la cosecha y limpieza de cada unidad.

Transporte de Mano de Obra

Para la instalación van incluidos en el precio de la unidad, para la operación y el cultivo, no hay ninguna necesidad de transporte.

Calidad de mano de obra

Máxima calidad en mano de obra mediante capacitación intensiva del cliente y operadores del sistema, así como asesoría durante la operación de las unidades hidropónicas.

También se le hará entrega al cliente del manual de operación de unidades hidropónicas, así como los contactos para cualquier duda que pueda llegar a tener el cliente.

3.1.5) Evaluación del impacto ambiental

Este proyecto beneficia completamente al medio ambiente, entre los muchos beneficios que proporciona al ambiente son:

Reducción de la cantidad de CO₂, aumenta la cantidad de O₂, en el aire, añade humedad al ambiente debido a la transpiración natural de las plantas, e incluso limpia el aire de partículas demasiado electronegativas, mejora la salud de los consumidores de los productos y también mejora el aspecto y ambiente del lugar donde se realiza el cultivo.

Subproductos

Composta, fibras, sustrato para reciclar

Residuos o desechos

Residuos orgánicos, los cuales preferentemente deben ser tratados por medios biológicos para realizar su completa bio-degradación

3.2) Estudio de mercado

Tenemos un mercado el cual históricamente hambriento y dispuesto a adquirir alimentos de excelente calidad a un precio justo, probado ampliamente a lo largo de la historia.

El principal consumidor del producto es el productor por lo que las condiciones del mercado no son tan relevantes en este caso en específico.

3.2.1) Información general

Población

Familiar, típicamente de 2 a 5 personas por área hidropónica

Ingreso Per cápita

Asequible para todas las personas, basta con realizar el pago de la unidad hidropónica y posteriormente se podrán adquirir sets de requerimientos para las próximas cosechas

Área de mercado

Local, totalmente, el productor es el consumidor, no hay ventas, ni transporte, tampoco importaciones ni exportaciones.

Demanda

Alta, flexible y constante.

Oferta

En el mercado actual existe mala oferta, baja calidad, poca cantidad y alto precio

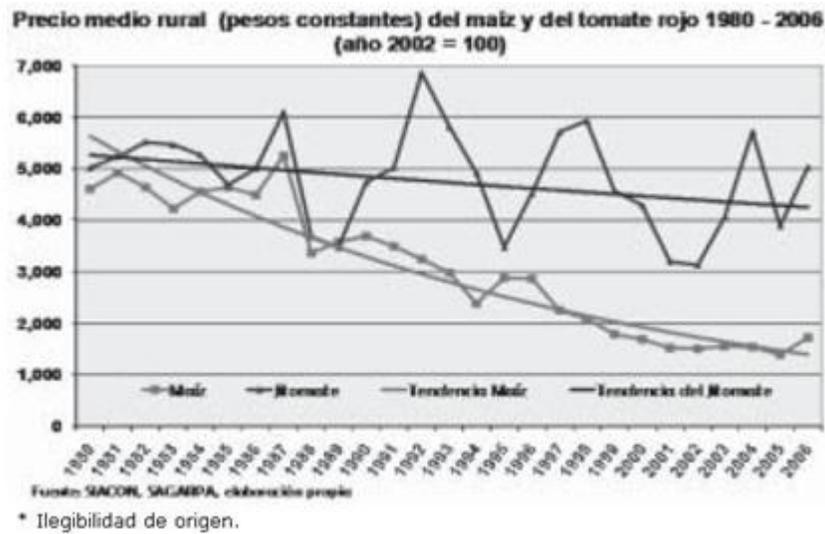
3.2.2) Descripción del mercado

Proyecciones de oferta y demanda

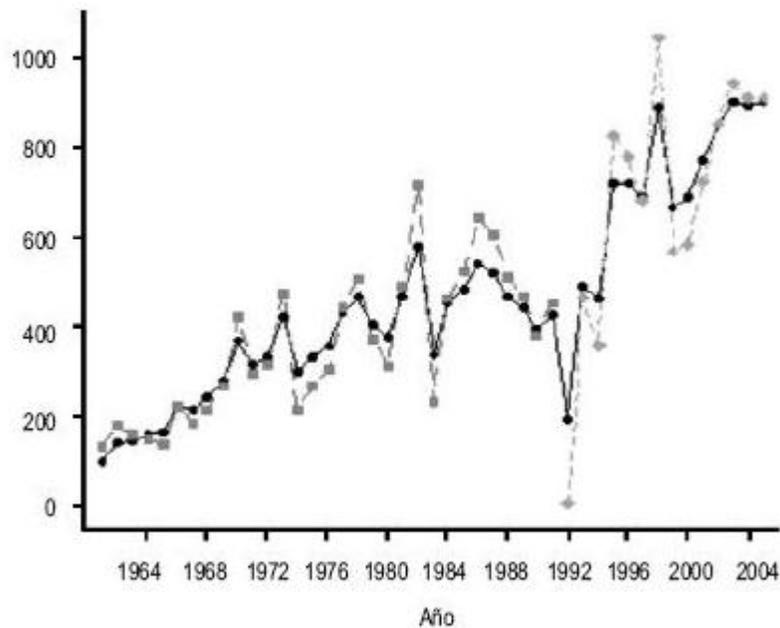
La demanda seguirá aumentando, la oferta seguirá disminuyendo.

Investigación de tendencias

El mercado de jitomate y lechuga ha crecido considerablemente, sigue creciendo y la oferta no crece al mismo ritmo, lo cual convierte este nicho de mercado en toda una oportunidad de negocio.



Exportaciones de jitomates en volumen (toneladas)



Productos sustitutos

Otros cultivos, con sus debidas modificaciones, aproximadamente el mismo costo por unidad.

Plan de Comercialización

Consumo local, comercialización de la tecnología, pagos de contado, promoción de persona a persona y venta directa.

Promoción y publicidad

De persona a persona y a través de internet

3.2.3) Características de mercado específico**Tamaño del proyecto**

Local, familiar, se implementa por unidad, el número y tipo de unidades que se instalen dependen del espacio disponible, los recursos y las elecciones del cliente

Política y régimen económico

Pagos concretos, régimen artesanal

Marco legal

Producto artesanal

Financiamiento

Pago de contado, no se utilizará ningún tipo de crédito, el número y calidad de las unidades hidropónicas depende directamente del presupuesto del que disponga el cliente.

Políticas de Descentralización

Descentralización total, mediante unidades independientes en cada área hidropónica, los recursos se obtendrán de la fuente más cercana al área hidropónica, los precios pueden variar, pero en una proporción pequeña.

Conclusiones y recomendaciones del estudio de mercado

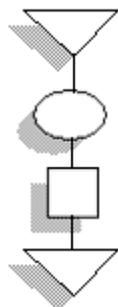
Es un mercado con demanda garantizada, y oferta cada vez menor, por lo tanto es una excelente oportunidad de negocio para invertir en ella.

3.3) Ingeniería del proyecto**3.3.1) El proceso Tecnológico**

Técnica hidropónica NFT adaptada, para mayor descripción de los principios que fundamentan esta técnica, ver capítulo dedicado a la NFT.

Semi-automatización del proceso, los detalles se incluyen en el manual de operación de la unidad hidropónica.

3.3.2) Diagrama de proceso



- Almacenamiento de materia prima
- Proceso de cultivo
- Inspección, selección y cosecha
- Almacenamiento breve y consumo de productos

3.3.3) Uso de la capacidad instalada óptima

Debe utilizarse preferentemente el nivel máximo de capacidad respetando siempre las normas de seguridad, debe evitarse siempre el sobrecargar el sistema, ya que no solo disminuye la eficiencia productiva de la unidad, sino que puede poner en peligro el cultivo completo y/o el sistema, pero sobre todo debe evitarse cualquier peligro para el operador.

3.3.4) Fuentes de abastecimiento (suministros e insumos)

Las materias primas se incluirán junto con cada unidad hidropónica, así mismo se podrán adquirir sets de requerimientos para cada cosecha.

La adquisición de insumos debe hacerse preferentemente en distribuidores locales, solamente deben adquirirse en grandes distribuidores cuando las circunstancias y/o el costo lo justifiquen.

Los distribuidores pueden dividirse en 4 categorías

- Distribuidores de sales
- Distribuidores de tuberías y recipientes
- Distribuidores de instrumentos y equipos
- Distribuidores de soportería

3.3.5) Operación

Mano de obra disponible

Siempre disponible para la instalación, siempre disponible para la operación.

Asistencia técnica que se requiere

Una vez instaladas las unidades hidropónicas se dará asistencia técnica gratuita durante el primer cultivo, desde la fase de instalación hasta la primera cosecha.

Experiencia en el uso de la tecnología seleccionada

Personal experto en el uso de las tecnologías hidropónicas, se cuenta con los mejores conocimientos y mucha experiencia en cultivos hidropónicos, así como en la resolución de problemas asociados e incluso asesoría mayor para resolución de problemas severos.

Días hábiles de trabajo.

Todos los días, el área hidropónica se encuentra donde vive el cliente-productor

Número de turnos

Sin turnos, cuando el cliente disponga de tiempo, típicamente a las 8:00 pm, también requiere atención especial si el cultivo presenta cambios o alteraciones durante su crecimiento.

Especializaciones requeridas

Capacitación del productor de los cultivos, tanto para operación normal, como para resolver los problemas que se puedan presentar en cualquier etapa del proceso.

3.3.6) Plan de producción

El plan de producción divide las acciones que deben realizarse para una óptima producción, estas acciones están distribuidas a lo largo de los 6 meses que dura el cultivo, algunas acciones se realizan simultáneamente debido al rango de maduración de los especímenes del sistema, incluso en algunos casos la cosecha puede extenderse hasta el séptimo mes de haber iniciado el proceso de producción.

Plan de producción por unidad hidropónica						
Acción	Mes 01	Mes 02	Mes 03	Mes 04	Mes 05	Mes 06
Instalación						
Producción de plántulas						
Trasplante						
Cuidado y mantenimiento						
Cosecha, inspección y selección						
Almacenamiento y consumo						

3.3.7) Política de inventario

La capacidad normal de almacenamiento se determinará en función del consumo de insumos del conjunto de unidades instaladas en cada área hidropónica, la cual será exactamente un 50% por encima de la cantidad máxima de consumo del área por cada ciclo de producción, pudiendo ampliarse de acuerdo a las capacidades de almacenamiento de cada área y los requerimientos de cada cliente..

Los insumos se recargarán cuando reste el 30% de la capacidad normal de almacenamiento, para evitar la falta de insumos con suficiente margen.

Durante la cosecha se inspeccionan y se seleccionan los productos, los cuales se clasifican por calidades, se deben consumir preferentemente los productos de mayor calidad, para minimizar las pérdidas ocasionadas por la caducidad natural de los productos.

3.3.8) Requerimientos de maquinaria y equipo

Lista de materiales para unidad hidropónica 3"		
Tubería PVC - sanitario - 3"		
	Características	Cantidad
Tramo recto	1m	4
Tramo recto	0.20m	1
Codo	Recto	4
Cople		2
Tubería PVC - hidráulico - 1"		
	Características	Cantidad
Tramo recto	1.1m	4
Tramo recto	1.4 m	2
Tramo recto	0.30 m	3
Tramo recto	0.4 m	2
Tramo recto	0.45 m	2
Codo 90º	Recto	4
Tee	Recta	2
Tapon	Biselado	2
Equipos		
Bomba de agua 2m	capacidad 2m	1
Extension eléctrica	3 m	1
Protección para extensión	intemperie	1
Instrumentos		
pHímetro	0 a 14	1
Conductímetro	1500 a 5000	1
Componentes estáticos		
Recipiente con tapa	20 L	1
Cubierta solar	50% filtro de luz	1
Manguera para bomba	flexible	1
Cinta para ducto	Rollo	1
Cinta de aislar	Rollo	2
Cuerda	10 m	1
Taquetes	Expansivos	4
Armellas	semi-cerradas	4
Abrazadera	de tornillo	1
Hilo cañamo	carrete	1

Lista de materiales para unidad hidropónica 5"		
Tubería PVC - sanitario - 5"		
	Características	Cantidad
Tramo recto	1m	4
Tramo recto	0.20m	1
Codo	Recto	4
Cople		2
Tubería PVC - hidráulico - 1.5"		
	Características	Cantidad
Tramo recto	1.1m	4
Tramo recto	1.4 m	2
Tramo recto	0.30 m	3
Tramo recto	0.4 m	2
Tramo recto	0.45 m	2
Codo 90º	Recto	4
Tee	Recta	2
Tapon	Biselado	2
Equipos		
Bomba de agua 2m	capacidad 2m	1
Extension eléctrica	3 m	1
Protección para extensión	intemperie	1
Instrumentos		
pHímetro	0 a 14	1
Conductímetro	1500 a 5000	1
Componentes estáticos		
Recipiente con tapa	20 L	1
Cubierta solar	50% filtro de luz	1
Manguera para bomba	flexible	1
Cinta para ducto	Rollo	1
Cinta de aislar	Rollo	2
Cuerda	10 m	1
Taquetes	Expansivos	4
Armellas	semi-cerradas	4
Abrazadera	de tornillo	1
Hilo cañamo	carrete	1

Lista de requerimientos de suministros por cultivo	
Suministro	Por cada 1000 litros/ 1 cultivo aprox.
Ácido fosfórico	175 mL
Nitrato de calcio	1228 g
Sulfato de magnesio	760 g
Sulfato de potasio	551 g
Nitrato de magnesio	605 g
Triple 15	150 g
Preparado 01 micro-nutrientes	15.9g
Guías	5 m
Soportes	3 m
Agua	1000 l
Sustrato	7 kg
Solución para calibrar instrumentos	150 mL
Insecticida/gas pimienta	1 cartucho

3.3.9) Capacidad de producción por unidad hidropónica

Capacidad de Producción

15 Kg de jitomates cada 6 meses

Capacidad Nominal

13 Kg

Capacidad Real

10 a 15 Kg

3.3.10) Características empresariales

Organización de la empresa

Empresa de venta directa entre el tecnólogo y el cliente-productor, se realiza el trato entre dos personas.

Canales de información y comunicación

Comunicación directa con el cliente, así como con los distribuidores de insumos y suministros.

Instrumentos y mecanismos de control.

Inspección y calibración periódica de los instrumentos, sistemas y productos, para optimizarla calidad y cantidad de la producción de cada cultivo.

Estrategia y objetivos de gestión para la explotación

Cultivos independientes para consumo individual en unidades independientes.

Flexibilidad del sistema

El sistema de unidades hidropónicas es adaptable a toda escala, a cualquier cultivo que crezca con el sistema NFT, se adapta a cualquier presupuesto, lugar, clima y circunstancia, con sus debidas modificaciones.

Posibilidad de adecuación e integración a plantas existentes

Integrabilidad total con cualquier tipo de sistema existente o a futuro, ya sean unidades hidropónicas nuestras o externas, así como la integración con cualquier tipo de técnica de cultivo.

3.3.11) Requerimientos de espacio

El sistema de unidades hidropónicas es adaptable a cualquier espacio, típicamente se considera una superficie plana de 9 m² (3mX3m)

Área de producción

El corazón de las instalaciones, es el área donde están instaladas las unidades hidropónicas, se recomienda que esta área no exceda el 75% del área total disponible, ya que de hacerlo se tendrán problemas de espacio durante la operación e incluso puede representar un riesgo, debido a la proximidad de los obstáculos.

Área de almacenamiento de suministros, refacciones y herramientas

Debe existir un área de almacenamiento, la razón de esto es para tener cerca todo lo que se pueda necesitar para la correcta operación del sistema, así como su correcta conservación para evitar el deterioro de cualquiera de los insumos almacenados.

El porcentaje de espacio para almacenamiento va de un 10% a un 15%, típicamente, no conviene tener almacenes demasiado grandes debido a que los productos se van deteriorando con el tiempo.

Área de servicios

En esta área, se encuentran los servicios físicos del área de producción, entre los que se incluyen el agua, corriente eléctrica, iluminación, alarmas de seguridad, ventilación y filtros, en caso de que la instalación cuente con ello.

El área de servicios típicamente debe tener una proporción del 15% del total de espacio disponible, excepto en casos donde se requieran servicios especiales.

Área de apreciación y esparcimiento

Esta área no es estrictamente necesaria, sin embargo mejora muchísimo la calidad del área en general, proporciona un área para observar la producción, y aprovecha completamente las mejoras ambientales del área hidropónica.

Mediante la observación de los cultivos se pueden detectar problemas y fallas que pueden solucionarse a tiempo, e incluso pueden idearse mejoras para aumentar la eficiencia de la producción

Si el cliente lo desea, puede omitirse ésta área, sin embargo siempre es recomendable contar con un área de apreciación y esparcimiento de al menos el 10% del espacio total del espacio disponible.

3.3.12) Distribución física de áreas

Distribución típica en área de producción (9 m ²)	
Área	Requerimiento
Área de producción	5 m ²
Área de almacenamiento	1 m ²
Área de servicios	1 m ²
Área de apreciación	2 m ²

3.4) Análisis financiero

3.4.1) Presupuesto de inversiones

Inversión fija de \$2500 pesos, por unidad hidropónica, la cual puede ser utilizada por lo menos para 10 cosechas.

Los suministros tienen el valor de \$400, y son efectivos al 100% para una cosecha, normalmente sobran sales por si se tiene que recambiar la disolución a causa de alguna contaminación.

Se requiere inversión extra para realizar las modificaciones que sean necesarias para el cultivo en lugares difíciles o que tengan problemas de algún tipo que deban resolverse para un óptimo cultivo y producción.

La inversión puede escalarse hasta el máximo número de unidades que puedan acomodarse de manera óptima en el área hidropónica, siguiendo las debidas recomendaciones de espaciamento.

3.4.2) Proyecciones financieras

Flujo de efectivo neto, cultivo inicial

Concepto	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes
(-)Unidad hidropónica	2500					
(-)Suministros hidropónicos	0					
(-) Suministros especiales		20			50	
(+) Productos					350	350
(+) Sub-productos					50	70
Sub-total	-2500	-20			+350	+420
Total	-2500	-2520			-2170	-1750

Flujo de efectivo neto, cultivo subsecuente

Concepto	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes
(-) Suministros hidropónicos	400					
(-) Suministros especiales		20			50	
(+) Productos					350	350
(+) Sub-productos					50	70
Sub- total	-400	-20			+350	+420
Total	-400	-420			-70	350

3.4.3) Financiamiento del proyecto

Necesidades de financiamiento

Nula, no es necesario financiamiento externo, se adoptará una política de cero créditos.

Fuentes de financiamiento.

Dinero directamente del cliente o grupo de clientes, todo de contado y en efectivo.

Análisis de las alternativas

Cooperativa, también puede pagarse una parte con producción, el valor de los productos deberá ser acordado y respetado por ambas partes.

Cálculo de cuota

Monto de inversión	\$2500 pesos.
Plazo	4 años
Interés anual	0%
Período de gracia	Séptima cosecha, a partir de la octava, todo es ganancia
Garantía	Se otorga garantía por 2 años
Amortización	Cuota única, recuperación posterior de inversión

3.4.4) Tabla de amortización

COSECHA	Cuota	Interés	Saldo
1	2500	0%	-1750
2	400	0%	-1400
3	400	0%	-1050
4	400	0%	-700
5	400	0%	-350
6	400	0%	0
7	400	0%	+350
8	400	0%	+700
9	400	0%	+1050
10	400	0%	+1400

3.4.5) Tabla de costos

DESCRIPCION	Costos Fijos	Costos Variables
Gastos de producción	2500	400
Gastos de administración	0	0
Gastos de venta	0	0
Gastos financieros	0	0
TOTAL	2500	400

3.4.6) Costo unitario

Producto elaborado	Unidad hidropónica
Unidades producidas	1
Total de Costos Fijos	\$2500
Total de Costos Variables	\$400
Costo Unitario del producto	\$2500 iniciales +\$400 para cosecha subsecuente

3.4.7) Precio de venta

El precio de venta se estima en base a los costos de producción, de insumos necesarios, de material requerido y añadiendo el margen de utilidad previamente acordado.

Precio de Venta = Costo total + margen de utilidad (30%)

2500 = 1750 + 750 por cada unidad hidropónica

400 = 280 + 120 para cada paquete de consumibles por cosecha.

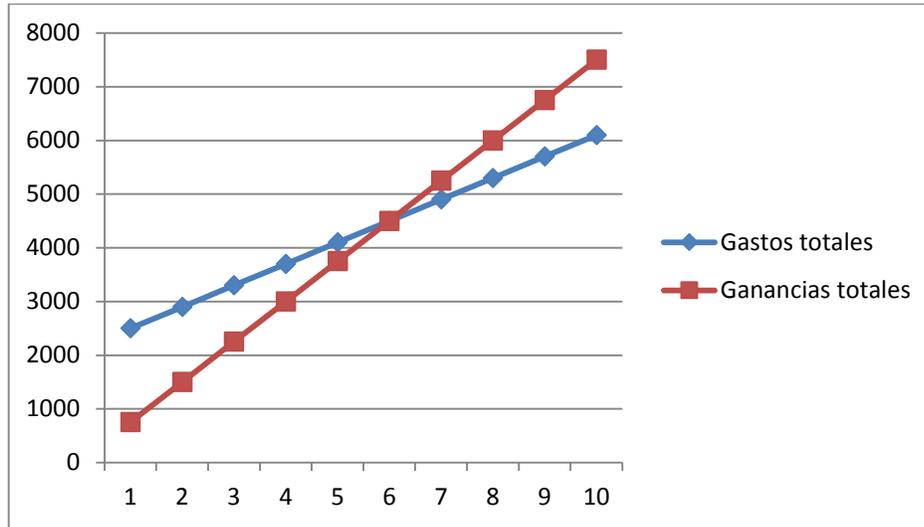
El precio de venta podrá negociarse al mayoreo en su debido caso y debe acordarse previamente con el cliente.

3.4.8) Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se da en la sexta cosecha, cuando los gastos acumulados igualan las ganancias acumuladas, después de este punto se obtiene una ganancia neta de \$350 Pesos por cosecha.

COSECHA	Gastos acumulados	Ganancias acumuladas	Saldo neto
1	2500	750	-1750
2	2900	1500	-1400
3	3300	2250	-1050
4	3700	3000	-700
5	4100	3750	-350
6	4500	4500	0
7	4900	5250	350
8	5300	6000	700
9	5700	6750	1050
10	6100	7500	1400

Gráficamente se puede visualizar de la siguiente manera:



El punto de equilibrio se alcanza en la 6ª cosecha, comenzando las ganancias a partir de la séptima cosecha, posteriormente la cantidad de ganancias acumuladas sigue incrementándose de forma constante.

3.4.9) Valor Actual Neto (VAN)

A continuación calcularemos el valor actual neto del proyecto, proyectando 10 cosechas, la vida útil de las unidades es de 25 años mínima, sin embargo después de las 10 cosechas requiere de más inversión en el mantenimiento y reparación de los sistemas.

Flujo de efectivo

COSECHA	Egresos	Ingresos	Flujo de Efectivo
0	-2500	0	-2500
1	0	750	750
2	-400	750	350
3	-400	750	350
4	-400	750	350
5	-400	750	350
6	-400	750	350
7	-400	750	350
8	-400	750	350
9	-400	750	350
10	-400	750	350

La fórmula que se emplea para el cálculo del Valor Actual Neto es la siguiente:

$$VAN = (-I_0) + \sum_{i=1}^n \frac{C - P}{(1 + i)^n}$$

Para nuestro caso que consta de 10 flujos de efectivo más la inversión inicial tenemos:

$$VAN = \text{Inversión Inicial} + \frac{\text{Flujo 1}}{1 + k} + \frac{\text{Flujo 2}}{(1+k)^2} + \frac{\text{Flujo 3}}{(1+k)^3} + \frac{\text{Flujo 4}}{(1+k)^4} + \frac{\text{Flujo 5}}{(1+k)^5} + \frac{\text{Flujo 6}}{(1+k)^6} + \frac{\text{Flujo 7}}{(1+k)^7} + \frac{\text{Flujo 8}}{(1+k)^8} + \frac{\text{Flujo 9}}{(1+k)^9} + \frac{\text{Flujo 10}}{(1+k)^{10}}$$

Inversión Inicial	Io =	2500	
Tasa de actualización	k =	10	%
Factor	1+i=	1.1	
Flujo 01	C-P - 01	750	
Flujo 02	C-P - 02	350	
Flujo 03	C-P - 03	350	
Flujo 04	C-P - 04	350	
Flujo 05	C-P - 05	350	
Flujo 06	C-P - 06	350	
Flujo 07	C-P - 07	350	
Flujo 08	C-P - 08	350	
Flujo 09	C-P - 09	350	
Flujo 10	C-P - 10	350	

$$VAN = -2500 + \frac{750}{1.1} + \frac{350}{1.21} + \frac{350}{1.331} + \frac{350}{1.464} + \frac{350}{1.611} + \frac{350}{1.772} + \frac{350}{1.949} + \frac{350}{2.144} + \frac{350}{2.358} + \frac{350}{2.5937}$$

$$VAN = -2500 + 681.82 + 289.3 + 263 + 239.1 + 217.3 + 197.6 + 179.6 + 163.3 + 148.4 + 134.94$$

$$VAN = 14.235$$

En este caso el VAN arroja un valor positivo, lo cual nos indica que este proyecto si supera la tasa mínima aceptable (10% en este caso), en caso de resultar un valor negativo, el proyecto se rechaza.

3.4.10) Tasa Interna de Retorno (TIR).

La tasa interna de retorno es aquella que nos da como resultado un VAN = 0, recordemos que cuando da un valor positivo el proyecto se acepta, cuando da negativo, se rechaza, el significado de que sea cero es que da el valor exacto de la tasa de rendimiento del proyecto, independientemente de la tasa de aceptación que se maneje en cada caso.

Para calcular la TIR utilizamos el método de iteraciones sucesivas hasta obtener un VAN muy cercano al cero, el valor aceptable en nuestro caso es VAN = 0 = 0.0001

Inversión Inicial	lo =	2500	
Tasa de actualización	k =	12	%
Factor	1+i=	1.12	
Flujo 01	C-P - 01	750	
Flujo 02	C-P - 02	350	
Flujo 03	C-P - 03	350	
Flujo 04	C-P - 04	350	
Flujo 05	C-P - 05	350	
Flujo 06	C-P - 06	350	
Flujo 07	C-P - 07	350	
Flujo 08	C-P - 08	350	
Flujo 09	C-P - 09	350	
Flujo 10	C-P - 10	350	

Iniciamos con una tasa tentativa inicial de 12%:

$$\text{VAN} = -2500 + \frac{750}{1.12} + \frac{350}{1.254} + \frac{350}{1.405} + \frac{350}{1.574} + \frac{350}{1.762} + \frac{350}{1.974} + \frac{350}{2.211} + \frac{350}{2.476} + \frac{350}{2.773} + \frac{350}{3.1058}$$

$$\text{VAN} = -2500 + 669.64 + 279 + 249.1 + 222.4 + 198.6 + 177.3 + 158.3 + 141.4 + 126.2 + 112.69$$

$$\text{VAN} = -165.3$$

En este caso resultó un VAN negativo, lo cual nos indica que la tasa interna de retorno debe tener un valor menor al estimado inicialmente, por lo cual continuamos el método de iteraciones sucesivas con un valor de 10.2%.

Inversión Inicial	lo =	2500	
Tasa de actualización	k =	10.2	%
Factor	1+i=	1.102	
Flujo 01	C-P - 01	750	
Flujo 02	C-P - 02	350	
Flujo 03	C-P - 03	350	
Flujo 04	C-P - 04	350	
Flujo 05	C-P - 05	350	
Flujo 06	C-P - 06	350	
Flujo 07	C-P - 07	350	
Flujo 08	C-P - 08	350	
Flujo 09	C-P - 09	350	
Flujo 10	C-P - 10	350	

$$\text{VAN} = -2500 + \frac{750}{1.102} + \frac{350}{1.214} + \frac{350}{1.338} + \frac{350}{1.475} + \frac{350}{1.625} + \frac{350}{1.791} + \frac{350}{1.974} + \frac{350}{2.175} + \frac{350}{2.397} + \frac{350}{2.6413}$$

$$\text{VAN} = -2500 + 680.58 + 288.2 + 261.5 + 237.3 + 215.4 + 195.4 + 177.3 + 160.9 + 146 + 132.51$$

$$\text{VAN} = -4.779$$

En esta ocasión nos volvió a salir un VAN negativo, lo que indica que la TIR es menor, así que continuaremos con el método:

Inversión Inicial	lo =	2500	
Tasa de actualización	k =	10.15	%
Factor	1+i=	1.1015	
Flujo 01	C-P - 01	750	
Flujo 02	C-P - 02	350	
Flujo 03	C-P - 03	350	
Flujo 04	C-P - 04	350	
Flujo 05	C-P - 05	350	
Flujo 06	C-P - 06	350	
Flujo 07	C-P - 07	350	
Flujo 08	C-P - 08	350	
Flujo 09	C-P - 09	350	
Flujo 10	C-P - 10	350	

$$\text{VAN} = -2500 + \frac{750}{1.1015} + \frac{350}{1.213} + \frac{350}{1.336} + \frac{350}{1.472} + \frac{350}{1.622} + \frac{350}{1.786} + \frac{350}{1.967} + \frac{350}{2.167} + \frac{350}{2.387} + \frac{350}{2.6293}$$

$$\text{VAN} = -2500 + 680.89 + 288.5 + 261.9 + 237.8 + 215.8 + 196 + 177.9 + 161.5 + 146.6 + 133.11$$

$$\text{VAN} = -0.049$$

El valor resultante es bastante bajo, por lo que continuamos con el procedimiento:

Inversión Inicial	lo =	2500
Tasa de actualización	k =	10.1494837
Factor	1+i=	1.10149484
Flujo 01	C-P - 01	750
Flujo 02	C-P - 02	350
Flujo 03	C-P - 03	350
Flujo 04	C-P - 04	350
Flujo 05	C-P - 05	350
Flujo 06	C-P - 06	350
Flujo 07	C-P - 07	350
Flujo 08	C-P - 08	350
Flujo 09	C-P - 09	350
Flujo 10	C-P - 10	350

$$\text{VAN} = -2500 + \frac{750}{1.1015} + \frac{350}{1.213} + \frac{350}{1.336} + \frac{350}{1.472} + \frac{350}{1.621} + \frac{350}{1.786} + \frac{350}{1.967} + \frac{350}{2.167} + \frac{350}{2.387} + \frac{350}{2.6292}$$

$$\text{VAN} = -2500 + 680.89 + 288.5 + 261.9 + 237.8 + 215.9 + 196 + 177.9 + 161.5 + 146.6 + 133.12$$

$$\text{VAN} = 0.0001$$

El valor resultante de 0.0001, el cual entra en el rango de valores aceptables, se considera muy cercano a cero y por lo tanto la tasa interna de retorno es 10.1494837%, pero para fines prácticos y tener un pequeño margen tomaremos el valor de 10.15%.

$$\text{TIR} = 10.15\%$$

3.4.11) Tasa anual equivalente (TAE)

Fórmula de cálculo matemático mediante el cual se transforman las condiciones financieras aplicadas a un préstamo (tipo de interés nominal, las comisiones y el plazo de la operación) a su equivalente anual, cualquiera que sea su forma de liquidación.

La TAE homogeniza las condiciones de las diferentes ofertas de préstamo que nos hacen diferentes instituciones financieras haciéndolas comparables. Esto es, aunque varíen su tipo de interés y tengan comisiones diferentes, se les transforma a una tasa común equivalente anual.

$$TAE = (1 + TIR_d)^{\frac{360}{d}} - 1$$

$$\begin{aligned} TAE &= (1 + TIR_d)^{\frac{360}{d}} - 1 \\ TAE &= (1 + 0.1015)^{\frac{360}{2}} - 1 \\ TAE &= (1.1015)^{180} - 1 = 1.2133 - 1 = 0.213 \\ TAE &= 21.329 \% \end{aligned}$$

Con esta tasa equivalente podemos comparar las opciones de inversión en base a los porcentajes de ganancias netas que se tendrán a lo largo de todo el año.

3.5) Evaluación social del proyecto

3.5.1) Efectos sobre el empleo

Este proyecto genera solamente un empleo o dos por área hidropónica, sin embargo los productos producidos pueden alimentar a hasta una familia de 5 personas en un área típica de 9m², lo cual contribuye enormemente a la economía local y también a los miembros cercanos de la comunidad.

3.5.2) Distribución.

La distribución de la tecnología es a nivel nacional y preferentemente local, con personas que son conocidas o al menos referenciadas por una fuente confiable.

3.5.3) Efectos sobre Divisas.

El efecto que tiene la producción independiente es una moneda más estable, ya que al tener cubierta la alimentación, el dinero sobrante puede utilizarse para realizar mejoras a nivel local y comunitario.

3.5.4) Competencia Internacional.

Existe competencia en tecnología hidropónica a nivel mundial, sin embargo el mercado sigue creciendo, y solo se saturará cuando todas las personas cultiven alimentos hidropónicos en sus casas, incluso en ese escenario, el mercado de asesorías y reparaciones tendrá una demanda alta y constante.

3.6) Evaluación ambiental del proyecto

3.6.1) Aspectos Ecológicos y Ambientales

Descripción técnica de las características y actividades del proyecto.

Técnica hidropónica de cultivo de jitomates y lechugas mediante la técnica NFT

Evaluación del medio ambiente del Proyecto y descripción de su área de influencia.

Mejora de la calidad del aire y del ambiente local, el área de influencia se encuentra en las inmediaciones del área hidropónica, aproximadamente 2 metros alrededor de cada unidad.

Ámbito geográfico y aspectos bióticos y abióticos del área de estudio del Proyecto.

Se adapta a todos los ámbitos geográficos, se cultivan organismos vivos que no interactúan directamente con los aspectos bióticos del lugar donde se instalen las unidades.

3.6.2) Impactos ambientales

Impactos ambientales significativos de las actividades propias del proyecto.

Mejora de la calidad del aire, no genera compuestos tóxicos, no daña al ambiente, por el contrario, ayuda a mejorarlo.

Caracterización de los impactos ambientales potenciales en la flora y fauna

Solo existen aspectos positivos en este sentido, las unidades estarán semi-aisladas del medio ambiente, por lo cual no habrá invasión de especies ni competencia por los recursos, ya que el sistema tiene todo lo que necesita y los residuos que genera son completamente orgánicos.

Caracterización de los impactos ambientales potenciales en los suelos.

No existe impacto ambiental sobre el suelo, ya que las unidades se instalan preferentemente sobre concreto, en plantas altas.

Caracterización de los impactos ambientales potenciales en los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

Podría existir el riesgo de una acumulación de sales residuales de los cultivos, lo cual puede remediarse limpiando de sales los efluentes del proceso.

Caracterización de los impactos potenciales en la calidad del aire.

El impacto en la calidad del aire es positivo, ya que limpian, humidifican e intercambian CO₂ por oxígeno.

Caracterización de los impactos potenciales en la calidad del paisaje.

La calidad del paisaje también mejora ya que las unidades son muy estéticas, cambiando el paisaje urbano por uno más natural.

Caracterización de los impactos potenciales en los aspectos socioeconómicos.

En el aspecto socioeconómico este proyecto contribuye con alimentos directamente, por lo que los cultivadores de las unidades tendrán muchos alimentos de gran calidad, incluso para regalar.

Caracterización de los impactos ambientales en relación con el patrimonio cultural.

Este proyecto contribuye con el patrimonio cultural de cada cultivador, primero mediante la instrucción de conocimientos necesarios para una correcta producción, también contribuye con la cultura fomentando la convivencia y acercando a las personas a la naturaleza.

3.6.3) Determinación de obras, procesos y/o medidas de protección ambiental de los Impactos ambientales relevantes.

Tratamiento de desechos sólidos y líquidos

Los desechos serán dispuestos de la misma manera en que se dispone de los residuos orgánicos cotidianos, solo aumentará un poco en cantidad.

Uso de tecnologías alternativas apropiadas y adaptadas.

Este proyecto puede complementarse idealmente con proyectos de energía alternativa, crianza de animales, cultivo de hongos, de algas, piscicultura, etc.

3.6.4) Plan de implementación de las medidas de mitigación.

Desarrollo de un plan de contingencia.

En caso de cualquier desperfecto en alguna de las unidades, deben transferirse las plantas a otra unidad que funcione correctamente o en algún sustrato que les permita vivir mientras se llevan a cabo las reparaciones en cuestión.

Se exceptúa el caso en que los especímenes se encuentren enfermos o en muy mal estado, en este caso deben desecharse todos aquellos especímenes que no cumplan con los estándares de calidad acostumbrados.

Desarrollo de un programa de higienes y salud ocupacional.

La higiene debe cuidarse y preservarse en todo momento ya que es uno de los factores que mayormente afectan la calidad final del producto.

Debe manipularse el cultivo con las manos limpias, así mismo deben desinfectarse todas las herramientas e instrumentos, justo antes de utilizarlas, se recomienda el uso de guantes para una mayor comodidad e higiene en el manejo del cultivo.

Desarrollo de un programa de Educación Ambiental.

Se crea conciencia desde el instructivo acerca del manejo de recursos, la disposición de los residuos y la interacción con el medio ambiente.

3.6.5) Plan de monitoreo ambiental.

Supervisión y mantenimiento periódico de las unidades hidropónicas, la supervisión debe efectuarse visualmente cada 10 días, la supervisión de los niveles del agua debe efectuarse cada 7 días, el mantenimiento y limpieza del sistema debe efectuarse cada 20 días.

Programa de mantenimiento y tratamiento de los desechos líquidos sólidos.

Los desechos sólidos serán manejados junto con los residuos cotidianos de cada lugar, los residuos líquidos serán enviados al drenaje siempre y cuando presenten un bajo contenido de sales, para evitar una saturación de nutrientes en los cuerpos donde se acumulan los residuos líquidos.

3.7) Etapas del proyecto

Todo proyecto debe dividirse en etapas, para poder tener un mayor control de las actividades que se realicen durante la ejecución del proyecto, de modo que cada actividad tenga un tiempo de ejecución, todo proyecto hidropónico que se realicemos deberá cumplir con las siguientes etapas:

- Planeación
- Acuerdo con el cliente
- Levantamiento de campo
- Revisión y aprobación por parte del cliente
- Acondicionamiento de espacio
- Adquisición de materiales
- Instalación de soportería y techo
- Montaje de unidades hidropónicas
- Producción de plántulas
- Instalación de especímenes
- Revisiones periódicas y mantenimiento
- Firma de conformidad del cliente
- Captura y difusión

3.7.1) Planeación

Es el saber qué se va a hacer y como, planear cada detalle del proyecto contando con todas las opciones que se puedan dar en el transcurso del proyecto.

En la etapa de planeación el objetivo es preparar toda la organización de las actividades que realizarán durante la ejecución del proyecto de unidades hidropónicas.

Esta etapa es muy importante ya que la eficiencia de las actividades que se realicen depende proporcionalmente del nivel organizacional con el que se cuente, así al tener una organización adecuada se mejora la eficiencia de las actividades, evitando retrasos, manteniendo la buena reputación de nuestra organización.

Las actividades se realizarán en base a un calendario con fechas pre-establecidas para cada actividad, sin embargo antes de aprobarse el plan de actividades hidropónicas debe ser revisado y modificado en base a las características y circunstancias particulares de cada proyecto.

Los tiempos típicos, en días hábiles, que se requerirán para cada actividad son:

Planeación:	2 semanas
Acuerdo con el cliente	1 semana
Levantamiento de campo	3 Días
Revisión y aprobación por parte del cliente	1 Semana, 4 días
Acondicionamiento de espacio	3 Semanas
Adquisición de materiales	2 Semanas

Instalación de soportería y techo	2 Semanas
Montaje de unidades hidropónicas	2 Semanas
Producción de plántulas	3 Semanas
Instalación de especímenes	1 Semana
Revisión periódica y mantenimiento	2 Semanas
Firma de conformidad por parte del cliente	1 Semana
Captura y difusión	2 Semanas

En esta etapa se deben de definir los objetivos y las estrategias para alcanzarlos, tomando en cuenta las fortalezas y debilidades de nuestra organización, de este modo nos preparamos para cualquier situación y podemos trabajar con seguridad incluso en el peor de los escenarios, debido a que ya tenemos contemplada la situación.

Cuando estamos preparados y contamos con buenas estrategias, es mucho más sencillo tomar las decisiones correctas que nos permitirán llevar a cabo nuestro objetivo con la mayor eficiencia posible.

3.7.2) Acuerdo con el cliente

Acordar con el cliente las condiciones en las que se va a desarrollar el proyecto, debe haber un contrato firmado por ambas partes.

En esta etapa del proyecto se le explica el funcionamiento y la utilidad de los cultivos hidropónicos y la producción de jitomates y lechugas, se le convence de la importancia de producir alimentos, se negocian las condiciones, alcances, costos y plazos referentes al proyecto, debe darse tiempo suficiente a que el cliente considere los acuerdos a los que se llegue, de tal manera que no se ejerza presión directa sobre el cliente, ya que de hacerlo de este modo se aumentan las probabilidades de que se convierta en un cliente insatisfecho, el cual comunicará una mala imagen de la empresa a otros, lo que demeritaría la imagen y reputación de nuestra organización.

Una vez que el cliente está de acuerdo y nos ha dado su visto bueno por escrito, se puede pasar a la siguiente fase.

3.7.3) Levantamientos de campo

Se realizarán levantamientos de campo para recabar información acerca de las características del lugar, se realizarán visitas al área donde se va a instalar la producción hidropónica con el objetivo de describir las características del lugar y recabar los datos que sean necesarios dentro de un lapso de tiempo establecido.

Esta fase del proyecto debe registrar todas las particularidades y circunstancias especiales que normalmente no entran en consideración dentro de la planeación, de tal modo que se puedan realizar las modificaciones necesarias para llevar a cabo el proyecto.

Se deberán realizar informes detallados y precisos acerca del lugar donde se realizará el proyecto, así mismo debe ser complementado con mapas, datos, estadísticas, imágenes y cualquier información que proporcione una mejor descripción del lugar.

3.7.4) Revisión y aprobación por parte del cliente

Verificación y firma de aprobación de los documentos en los que se basará el proyecto.

El cliente deberá conocer completamente los alcances del proyecto y contar con suficiente información acerca del mismo, si es necesario realizar aclaraciones debe hacerse de tal manera que el cliente no tenga dudas al respecto.

En el caso de las modificaciones, serán negociadas con el cliente en base al informe del levantamiento de campo y las modificaciones que sean requeridas para la ejecución del proyecto.

Posteriormente a la negociación de las condiciones y alcances del proyecto se firmará un contrato definitivo entre ambas partes el cual deberá cumplirse en el plazo estimado.

El contrato deberá ser leído y comprendido completamente por ambas partes, una vez que ambas partes estén de acuerdo se procederá a la firma del contrato, el cual deberá ser firmado por duplicado, de tal forma que ambas partes posean copia oficial para cualquier aclaración.

El contrato podrá ser modificado a futuro siempre y cuando ambas partes estén de acuerdo y lo consideren necesario.

Las condiciones del proyecto que sean negociables pueden cambiar dependiendo de las circunstancias, es decir existe flexibilidad.

3.7.5) Acondicionamiento de espacio

Realizar las modificaciones que sean necesarias, para instalar las unidades hidropónicas en el lugar de producción, acondicionarlo de tal forma que se mantengan las condiciones que nos permitan optimizar la producción al máximo..

Se comenzara despejando el lugar, retirar todos los objetos que no sean necesarios que que obstaculicen la instalación de las unidades hidropónicas, los objetos retirados deberán ser llevados a un lugar previamente acordado durante la planeación del proyecto, se deben tener en cuenta las acciones que deben realizarse para deshacerse de los objetos sobrantes.

Se continúa con el nivelado y modificaciones pertinentes al suelo, el terreno debe ser plano y debe ser resistente a la humedad, no necesariamente impermeable, sin embargo, si es lo más recomendable, debido al manejo constante de agua en el sistema.

Una vez acondicionado el suelo, se deben realizar las modificaciones necesarias en los sistemas de distribución de suministros de agua y electricidad, así como cualquier otro suministro que sea requerido por cada sistema en particular, las conexiones de agua deben impedir completamente el flujo y no debe existir ninguna fuga, en caso de presentarse esta, debe ser reparada de inmediato.

Las conexiones eléctricas deben estar alejadas de las fuentes de agua, de ser posible debe estar aisladas y ser a prueba de intemperie, en el caso de celdas solares, el equipo eléctrico debe contar con el suficiente aislamiento como para evitar accidentes con el agua o el entorno.

Los drenajes y residuos serán modificados de tal manera que permita la mayor eficiencia durante la operación de las unidades hidropónicas, el manejo de efluentes y residuos debe ser acordado previamente con el cliente, buscando siempre la manera más ecológica posible, tratando de reciclar la mayor parte de los efluentes y residuos.

En caso de manejar residuos con cierto grado de toxicidad, deberán tomarse todas las precauciones y medidas necesarias para una correcta disposición de los mismos, así como contar con la normatividad vigente relativa a los residuos y efluentes generados durante la operación de las unidades hidropónicas, de ser necesario se debe entrar en contacto con los centros que manejan algún residuo en específico.

Una vez resuelto lo anterior, se procede a la delimitación de áreas para el proyecto, esta delimitación debe hacerse en base a la funcionalidad y operatividad de los recursos. Deben existir al menos las siguientes áreas:

Área de producción – Donde se llevara a acabo el crecimiento y cosecha de plantas

Área de plántulas y germinación – esta área es en donde se producen y seleccionan los nuevos especímenes, así mismo en esta área se pueden realizar las pruebas y medidas que sean requeridas.

Área de almacenamiento – debe existir un área designada para el almacenamiento de materiales, debe contar con la protección adecuada que permita la conservación de los mismos en óptimas condiciones, manteniendo organizado el inventario para facilitar la administración de insumos durante la producción.

Área de trabajo – Esta área es tan importante como las otras, en esta área vamos a realizar la documentación del proyecto, llevar los libros de registro, realizar actividades de planeación y en muchas ocasiones tomar decisiones.

Área de ensamblado y pruebas – En esta área se ensamblan los arreglos de piezas, se realizan reparaciones y se realizan pruebas para futuras instalaciones y mejoras al sistema.

Área de observación y recreativa – Esta área no es importante desde el punto de vista técnico y operativo, sin embargo realza la belleza del sistema, permite disfrutarlo mejor y eso contribuye positivamente al crecimiento de las plantas, mejorando notablemente la calidad del producto.

Finalmente debe señalizarse cada una de las áreas, instalar las medidas apropiadas de seguridad e higiene, así como el acceso, según la persona y las áreas a las que requiera ingresar.

3.7.7) Adquisición de materiales

Adquisición de los tubos, tanques bombas, tubería, herramientas, sales, consumibles, semillas, bolsas y todo lo necesario para el buen funcionamiento del proyecto.

Durante esta etapa debe realizarse primeramente una lista de materiales, basado en los documentos de ingeniería, como planos, estudios, estimaciones, y volúmenes de obra.

Cada lista de material de cada área debe ser revisada a profundidad por el cliente, deberá estar firmada por ambas partes en duplicado.

En la adquisición de equipos dinámicos se debe adquirir al menos un juego completo de repuestos que permitan la operación de las unidades hidropónicas durante la reparación de dicho equipo.

La adquisición de los materiales requeridos será responsabilidad de la empresa, los precios unitarios estarán referidos a la lista oficial de precios actualizada, estos precios no son negociables, excepto por concepto de volumen.

Todos los materiales se entregarán en perfectas condiciones, cumpliendo con las especificaciones requeridas, terminando la responsabilidad sobre estos en el momento en que se acepta la entrega, en caso de algún defecto o cambio de especificación se tendrán 3 días hábiles para reportarlo, de lo contrario no se aceptarán cambios ni devoluciones.

En el caso en que el cliente tenga algunos de los materiales requeridos y que cumplan con las especificaciones se puede negociar la utilización de dichos materiales, reduciendo así el costo del proyecto.

3.7.8) Instalación de soportería y techo

Se construirá esta parte primero para la protección de los cultivos hidropónicos, así mismo deben hacerse pruebas para comprobar la resistividad de las estructuras.

La fase de instalación de soportería requiere de una planeación previa que permita optimizar los recursos y mantener firmes las estructuras, debe contarse con planos que especifiquen la

instalación de estructuras, el material, las uniones, accesorios y detalles necesarios para una correcta instalación de soportería.

La colocación de techos se realiza posteriormente a la de soportería, la elección del tipo de techo irá en función del tipo de clima del lugar, el costo del material, el área que se desea cubrir, la ventilación que sea requerida también será contemplada en esta etapa, debido instalarse todas las medidas necesarias para una adecuada ventilación en todo momento.

Una vez instalada la soportería se procede a la colocación de techos, mallas y protecciones contra la intemperie, de tal modo que se minimice la influencia de vientos, lluvias y demás precipitaciones, la colocación de techos también incluye la instalación de sistemas de captación de lluvia, desagües, tanques de almacenamiento de agua.

Así mismo se incluye en esta fase la instalación de calentadores solares, celdas fotovoltaicas, y demás sistemas para aprovechar la energía solar, pudiendo estos fusionarse con los sistemas de captación de agua de lluvia.

Los servicios de agua caliente y electricidad resultante de la captación de energía solar podrán ser utilizados para el abastecimiento de las necesidades locales, siempre y cuando se mantengan los niveles requeridos para la correcta operación.

En todo caso es importante contemplar la seguridad dentro de las instalaciones y en esta etapa del proyecto deben instalarse todas las medidas estructurales de seguridad como salidas de emergencia, botiquines, pasamanos, sistemas contra incendio, recubrimiento de pisos, entre otros.

El tipo de techo y sus detalles como material, recubrimiento, acabados, deberán ser acordados con el cliente previamente, así como el alcance de los sistemas de captación y su correcta integración en la estructura arquitectónica del lugar.

3.7.9) Montaje de unidades hidropónicas

Se montarán las unidades hidropónicas en las zonas de producción y se prepararán todos los elementos necesarios para el cultivo.

En esta etapa se ensambla la tubería, según los planos aprobados para construcción, esta etapa incluye también el sellado de dicha tubería para garantizar que no existan fugas de agua, así mismo se realizara el montaje de bombas de agua, conexiones, tapas, filtros, y cualquier accesorio que sea requerido para un óptimo cultivo.

La colocación de los objetos debe ser estudiada cuidadosamente, primeramente debe apegarse a la planeación realizada en etapas anteriores del proyecto, sin embargo en caso de que exista alguna

ventaja o desventaja que requiera algún ajuste en la colocación o instalación, debe ser reportado por escrito, con el objeto de analizar y realizar las opciones que mas beneficien al proyecto.

Se incluye también en esta etapa el perforado de los tubos, los cuales serán realizados típicamente con un sacabocados con un diámetro máximo del 80% del diámetro de la tubería, excepto en el caso de medios tubos, los cuales irán abiertos cubiertos con una capa de sustrato, en arreglo simple o de doble tubo.

Deben realizarse pruebas para asegurar la calidad y operabilidad de las unidades hidropónicas, en caso de presentarse algún fallo o desperfecto, este será reparado sin costo alguno por parte del cliente.

La circulación de solución nutritiva en el sistema no deberá realizarse sino hasta la etapa de instalación de especímenes, durante la etapa de montaje de unidades hidropónicas debe utilizarse preferentemente agua corriente de la llave durante las pruebas de operabilidad, y al finalizar debe ser lavado para evitar cualquier tipo de contaminación en el lapso de tiempo entre el montaje y la instalación de especímenes.

3.7.10) Producción de plántulas

Se sembrarán las plantas a cultivar en suficiente cantidad para una selección que permita maximizar la calidad de los productos.

En esta fase se realiza el sembrado, germinado y selección de especímenes que se instalarán para producción en las unidades hidropónicas.

El sembrado se realizará en charolas germinadoras de polietileno o policarbonato, las cuales constan de huecos pequeños donde se planta la semilla y de las cuales es posible retirar los germinados con cierta facilidad evitando dañar los especímenes, se siembra una semilla por espacio, para la etapa de germinación deben usarse semillas que posean al menos un 50% de probabilidades de germinación, con el objetivo de maximizar el espacio y aumentar los índices de calidad de los productos.

Desinfectar los semilleros

Para iniciar, lo más recomendable es desinfectar los **semilleros o germinadores** y la charola lisa antes de usarlos; ya que estos pueden contener alguna espora u algún otro microorganismo que pueda afectar nuestras semillas. La desinfección se puede realizar con “Cloro”, diluyendo 1/2 taza de cloro en una cubeta de 10 Lts de agua aproximadamente.

Se debe procurar utilizar un recipiente grande para poder sumergir las charolas en el preparado de agua y “Cloro” durante un mínimo de 15 segundos.

A continuación se enjuagara con agua el semillero o germinador y la charola sin perforar para retirar el cloro sobrante

Etiquetar el semillero o germinador

Es muy importante que escribas el nombre y la variedad de las semillas, así como el día de germinación en una etiqueta la cual se colocara en el semillero o germinador de esta manera evitamos alguna confusión con nuestras plántulas

Humedecer el sustrato.

Se debe de humedecer el sustrato para que la semilla se encuentre en buenas condiciones y se desarrolle de manera adecuada, ya qué recordemos que para que la semillas inicie su crecimiento es esencial que contenga humedad, además que esto ayuda a fijar el sustrato en el semillero
A continuación realizaremos el llenado del semillero o germinador con el sustrato.

Orificio para la siembra

Se debe de realizar un pequeño orificio en el sustrato para que podamos colocar la semilla, puedes realizar la perforación con in lápiz o una pluma. El tamaño del orificio dependerá del tamaño de la semilla.

Si es muy profundo el orificio, tardará más en germinar la semilla.

Sembrar las semillas

Se coloca de preferencia una semilla, dentro de cada orificio que hayamos hecho en el sustrato.

Cubrir la semilla

Una vez que hayamos colocado la semilla en cada orificio del germinador, el siguiente paso es cubrirla con un poco de sustrato procurando no presionar mucho el germinador.

Colocar en Germinador en charola

Antes de colocar el germinador a la charola, agregaremos agua hasta que se llenarla, enseguida colocaremos el germinador

Recuerda que para que haya una buena germinación debe de haber siempre agua disponible para la semilla

Para saber cuándo hay un exceso de humedad en tu sustrato, hay que meter un dedo en este. Si sentiste algún encharcamiento ó tu dedo salió mojado, hay un exceso de humedad. En cambio, si sentiste humedad pero tu dedo salió casi seco, el sustrato tiene una humedad perfecta

Cubrir el semillero

Te recomendamos tapar los semilleros o germinadores con un plástico blanco para ayudar a mantener la humedad, una temperatura constante y evitar la rapiña por los pájaros; así como realizar diariamente el riego con agua y verificar que el sustrato se mantenga húmedo

Ubicar el semillero

Colocar el semillero o germinador en el lugar que tenemos destinado, recuerda que es importante la luz para la germinación de las semillas. Si las semillas registran cambios muy fuertes de temperatura, estas pueden detener su crecimiento, por eso es importante colocar nuestras semillas en un lugar con buena luz y humedad.

Crecimiento

Dependiendo de las condiciones que estuvieron en cuanto a la humedad y temperatura, se comenzaran a ver nuestras plántulas

Regar con Solución Nutritiva

Va a llegar un momento en que las plántulas nos soliciten nutrientes para continuar su desarrollo. Es ahí cuando los riegos con solución nutritiva deben de comenzar

Los riegos con solución nutritiva en el semillero serán a partir de que se observen las primeras hojas verdaderas (el segundo par de hojas).

Vamos a estar regando nuestras plantas con solución nutritiva por no mas de una semana, porque el siguiente paso es trasplantarlas a su lugar definitivo, según la técnica hidropónica que hayamos seleccionado

La germinación de las semillas sembradas típicamente tarda de 1 a 2 semanas dependiendo de la especie, la estación, la cantidad de agua, tipo de semilla y tipo de sustrato.

La selección de especímenes se realizara en base a los criterios de calidad establecidos previamente entre el cliente y el tecnólogo, por cada unidad hidropónica deben seleccionarse 22 plantas por cada unidad hidropónica de 20 espacios, los dos especímenes sobrantes pueden sembrarse temporalmente en tierra para crecerlos como reserva en caso de requerir una sustitución de espécimen durante la etapa de producción, la selección de los 22 especímenes puede hacerse de entre 50 y 75 posibles candidatos, dependiendo de la calidad que desee alcanzarse así como de la disponibilidad de semillas y germinados.

Usar cualquier solución nutritiva antes de esta etapa, no sirve de nada, ya que mientras la semilla, solamente se alimenta de los nutrientes de reserva que ella tiene.

3.7.11) Instalación de especímenes

Las plantas ya germinadas serán instaladas en el sistema, así como el suministro de agua y electricidad al sistema.

La instalación será realizada con las plántulas resultantes de la selección realizada en la etapa anterior, por lo que primeramente se debe tener preparada la disolución nutritiva que circulara en

el sistema, la disolución debe realizarse de acuerdo a las especificaciones dadas por el tecnólogo, preferentemente debe prepararse en el momento en que se va a utilizar para evitar la oxidación de los componentes de la disolución.

Una vez preparada esta disolución debe ser puesta a circular en el sistema, comprobando una vez más que no existan fugas, que las conexiones eléctricas posean corriente, que no existen taponaduras y la operabilidad del sistema se encuentra en las mejores condiciones.

Las plántulas deben ser trasplantadas a sus recipientes definitivos, los cuales serán integrados directamente a las unidades hidropónicas, estos recipientes deberán permitir el desarrollo de las raíces hacia las tuberías del sistema por las que circula solución nutritiva.

Es de lo más recomendable el volver a limpiar el sistema justo antes de utilizarlo para mejorar las condiciones de limpieza de las unidades hidropónicas.

En el caso de que no existan suficientes plántulas para instalación de deben tapar los huecos sobrantes con un parche de lona para evitar el contacto con el exterior, el cual deberá ir bien sujetado a la tubería, de tal modo que resista todas las condiciones ambientales.

Las plántulas que posean alguna enfermedad no deben ser instaladas junto con plantas sanas, estas deben ser trasladadas a las unidades designadas para este tipo de especímenes.

El suministro de agua y electricidad debe ser probado con anterioridad para garantizar que funciona sin fallas.

El trasplante es un proceso crucial dentro de la hidroponía y la vida de nuestras plantas, por lo que lo debemos de realizar con mucho cuidado y velocidad para que la planta no se lastime y desgaste durante el proceso.

También debe de realizarse preferentemente en la tarde cuando el sol está por ocultarse o como muy temprano en la mañana para que la planta se adapte con mayor rapidez a la intensidad solar, pero sin deshidratarse. Personalmente prefiero la tarde para que las plantas tengan tiempo de recuperarse en la noche.

En el caso específico de trasplantar del Germinador a un sistema NFT o de Raíz Flotante, requerimos de aditamentos que nos permitan brindar sujeción a la planta, así como también, que nos permitan trasplantarla subsecuentemente con facilidad; para esto vamos a usar el equipo de trasplante.

El equipo de trasplante, además de ser fácil de usar, debe de ser bastante económico ya que requerimos una pieza por planta.

Preparar el hule espuma para el trasplante.

Para poder sujetar las plantas cuando hagamos el trasplante necesitamos un material que pueda adaptarse a las diferentes etapas del desarrollo de la planta, y que además sea lo bastante económico para desecharse después de cada trasplante; es por eso que vamos a utilizar hule espuma para sujetar a la planta.

Vamos a recortar el rollo de hule espuma anexo en nuestro equipo de trasplante en pequeñas tiras de 10 cm. de largo por 3 de ancho (no se tiene que ser tan preciso, es solo una medida para tener una concepción del tamaño)

Vamos a requerir una tira por planta, por lo que hay que tener las necesarias por cada planta que vayamos a trasplantar.

Tener todos los materiales a la mano.

Una vez que las plantas de nuestro germinador están listas para ser trasplantadas, es necesario tener todos los materiales a la mano para agilizar el trasplante.

Además de los las canastillas para trasplante y las tiras de hule espuma, vamos a requerir una cubeta con agua y un envase de plástico.

Retirar la planta del germinador.

Para retirar la planta del germinador, requerimos tener el envase de plástico a la mano.

Este envase lo vamos a llenar con el líquido que está dentro del contenedor de nuestro semillero, con cuidado de no dañar las raíces de nuestras plantas.

Después, vamos a seleccionar la planta que mejor desarrollo tenga dentro de nuestro semillero.

Esta planta la vamos a tomar del tallo con una mano y con la otra, vamos a verter agua desde nuestro envase hasta solamente el cubo donde germinó la planta seleccionada.

A partir de que la perlita comienza a salirse de dicho cubo, comenzamos a jalar la planta del tallo con cuidado de no lastimar sus raíces. El agua que estamos vertiendo permitirá que las raíces resbalen fácilmente, así que no dejen de verter agua hasta que la planta haya salido por completo.

Sujetar el tallo y la raíz con el hule espuma. Rápidamente vamos a sujetar el tallo y solo una parte de la raíz de la planta con una tira de hule espuma.

Enrollamos el hule espuma alrededor de la planta y la colocamos dentro del vaso de 4 centímetros cuidando que toda la raíz salga a través del orificio del vaso

Y por último colocamos la planta rápidamente en un orificio de la cama de agua, o en su caso, en el tubo de PVC.

Repetimos este proceso con cada una de las plantas a trasplantar.

¿Qué hacer si dos o más plantas están enredadas?

Cuando nosotros sembramos, usualmente colocamos 2 o mas semillas por oficio en el germinador. Si ambas semillas se llegan a desarrollar, lo más probable es que a la hora del trasplante ambas plantas estén enredadas.

Para desenredarlas sin dañar sus raíces tenemos a la mano una cubeta con agua, donde vamos a sumergir ambas plantas y tratar de separarlas con cuidado.

3.7.12) Arranque, inspección, mantenimiento y operación

Se arrancan las unidades hidropónicas, se programan horarios para revisión de parámetros y mantenimiento del sistema.

El arranque de las unidades es una fase muy importante por que nos permite darnos cuenta de los posibles errores de instalación y nos permite notar los puntos que deben cambiarse o mejorarse, las condiciones del sistema varían considerablemente en comparación con la operación normal, ya que en esta fase pasamos de un estado dinámico a un estado estacionario.

Se arranca el sistema al encender el bombeo de agua, el sistema de riego si se tiene, la instrumentación que sea electrónica, y los sistemas de ventilación e iluminación que puedan existir en las instalaciones.

Una vez alcanzado el estado estacionario se debe esperar un tiempo para observar si no existen filtraciones, excesos de vibración, partes del sistema sin soporte adecuado, deslaves o arrastre de sustrato, se verifica que todos los sistemas funcionen correctamente y en optimas condiciones.

El mantenimiento del sistema debe ser continuo, ya que si no se le da el debido mantenimiento las plantas tienden a enfermarse, bajar su rendimiento y finalmente mueren por descuido, lo cual resulta ser la principal fuente de decesos en estos sistemas.

El mantenimiento consiste en cambiar la disolución nutritiva gastada por disolución completa y fresca, lavar las plantas con agua corriente, sobre todo las raíces, que deben permanecer limpias y húmedas en todo momento.

El mantenimiento también incluye la limpieza periódica de la tubería, la cual se va llenando de incrustaciones y es necesario limpiarla, se recomienda construir el sistema con piezas de tamaño manejable para una mayor eficiencia en la limpieza, a menos de que se cuente con sistemas prácticos de limpieza para piezas con mayores dimensiones.

Al terminar el periodo de prueba se realizarán inspecciones detalladas del sistema, una vez realizada se le dará el visto bueno por parte del tecnólogo y del cliente, posteriormente se realizarán inspecciones periódicas para verificar la eficiencia de los sistemas y obtener datos que nos permitan realizar estudios sobre los puntos clave del sistema.

Estas inspecciones deberán ser acordadas previamente, así como los parámetros que se van a analizar, el mantenimiento corre por cuenta del cliente, excepto en sistemas muy grandes donde se requieran varias personas para la tarea.

La operación de las hidropónicas deberá basarse en los siguientes criterios:

Para jitomates, la primera fase es la de adaptación y crecimiento, la cual tarda típicamente de 6 a 8 semanas, hasta la segunda fase que es la de floración, esta fase se mantiene por un largo periodo de 6 a 7 meses, hasta la llegada del invierno, durante la floración, se va polinizando la planta y va generando frutos que pueden irse recogiendo en su punto óptimo de maduración el cual tarda típicamente de 2 a 3 meses desde la polinización de las flores.

Para lechugas las fases requieren menos tiempo que otros cultivos.

3.7.13) Firma de conformidad por parte del cliente

Después del periodo de prueba acordado, de cumplir satisfactoriamente nuestros parámetros de una correcta operación y producción constante se procederá a firmar de conformidad con el proyecto, dejando el sistema en manos del cliente, según los términos acordados.

Esta es la fase donde se interactúa mucho con el cliente, donde se le hace entrega de su propio sistema hidropónico con el cual podrá cultivar alimentos.

Además de la entrega de las unidades físicas, también se entregarán los manuales donde se detallan todas las especificaciones de equipos, accesorios, técnicas, tiempos, formulaciones, así como las preguntas más frecuentes que se tengan sobre el tema.

La capacitación será dada al cliente desde el momento de la instalación hasta la finalización del periodo de prueba del sistema, en caso de ser requerido y costado por el cliente, esta capacitación puede extenderse el tiempo que sea necesario para la correcta operación de las unidades

hidropónicas, los casos especiales donde se requiera de una capacitación mas intensiva o a gran escala deberán ser acordados con el cliente desde el principio.

Una vez que el cliente haya quedado satisfecho, se le debe dar seguimiento mediante diversos medios de comunicación, el cliente debe poder contactarnos en todo momento y en caso de alguna duda o problema, pueda resolverse a la brevedad.

El cliente podrá a su vez referir personas para realizar mas proyectos hidropónicos, deberá haber un sistema de referidos que remunere al cliente el transmitir el concepto de hidroponía junto con la confianza en nuestra tecnología para la producción de alimentos.

3.7.14) Captura y difusión

Se acordará con el cliente el utilizar el espacio de las unidades hidropónicas como ejemplo para nuevos proyectos hidropónicos.

El objetivo en esta etapa es transmitir a través de diversos medios de difusión el concepto de hidroponía, así como nuestros servicios de asesoramiento e instalación de sistemas hidropónicos, la técnica de difusión se hará a través del ejemplo, es decir que una persona que ya tenga funcionando un sistema, comente a una o varias personas más los beneficios que se obtienen al tener unidades hidropónicas produciendo alimentos en casa.

Para la difusión se tomaran fotos, videos, se regalan algunas muestras a clientes potenciales, se organizaran algunos eventos con exposiciones, conferencias, stands de venta y contratación de servicios, así como contacto frecuente con los potenciales clientes a través de medios electrónicos como el internet.

La participación por parte del cliente en la difusión debe ser acordada desde un principio e incluso puede incluirse al cliente mismo como agente de difusión de sistemas hidropónicos, acordando de igual manera los beneficios que se obtendrán de estas acciones.

Los sistemas hidropónicos podrán ser adornados y personalizados según las preferencias del propietario, si se desea se pueden incluir decoraciones estándar que abarquen un gran porcentaje de los gustos de los clientes, siempre y cuando no se afecte la operabilidad y condiciones de los sistemas durante la producción, por eso debe realizarse siempre primero una consulta o asesoramiento para modificaciones con alto grado de complejidad.

Todos los derechos de autor acerca de las unidades hidropónicas quedaran reservados por el tecnólogo, excepto en los casos donde el cliente expresamente pida negociar dichos derechos.

3.7.15) Etapa suplementaria: Curación y remediación de cultivos

Como etapa no necesaria, de hecho preferiblemente evitable y solo en respuesta de las circunstancias se encuentra la remediación del cultivo por motivos de enfermedades o plagas.

Esta etapa es preferible evitarla ya que cuando se entra a esta etapa hay pocas posibilidades de remediar el cultivo entero, normalmente solo algunas son capaces de regresar a las condiciones de eficiencia en producción, además dichas plantas requieren de un periodo de recuperación y cuidados especiales antes de poder instalarlas en un sistema hidropónico de plantas sanas.

Una vez remediadas las plantas, no deben mezclarse con plantas sanas ya que podrían contener algún residuo de la enfermedad o contaminación y transmitirle enfermedades a los especímenes sanos, siempre debe haber un periodo de readaptación y observación antes de regresar a algún espécimen a condiciones normales de cultivo.

Además de la remediación de los especímenes se deben tomar medidas para identificar y eliminar la causa de la enfermedad suscitada, ya que de no hacerlo se volverá a propagar la enfermedad, en el caso de no poder eliminar la causa de la enfermedad, deben realizarse pruebas para eliminarla efectivamente y se deben tomar medidas de control para mantener al mínimo el daño causado por la enfermedad.

El uso de agroquímicos y otras sustancias de remediación debe ser acordado con el cliente, y se deben realizar pruebas para determinar la cantidad óptima de dichos agregados.

Así mismo se debe tener un historial sobre la salud de los cultivos, con el objetivo de contar con información que servirá para tomar decisiones mas acertadas en un futuro.

La etapa de remediación es preferible evitarla, ya que normalmente es mas difícil remediar un cultivo que hacer crecer otro nuevo a partir de semillas sanas, además de que se requieren mas materiales, lo cual eleva el costo total y puede llegar a desbalancear la estructura de negocios en la que esta basada, ocasionando perdidas económicas, por esto solo se recomienda la remediación cuando los especímenes sean muy escasos, costosos, o justifiquen de algún modo la inversión extra en tiempo y recursos.

4) Resultados y discusión

4.1) Resultados generales

Se ha realizado satisfactoriamente el montaje, instalación, arranque, y operación de las unidades hidropónicas, logrando una satisfactoria y continua producción de jitomates y lechugas mediante la técnica y cuidados adecuados en cada etapa del cultivo.

Estos resultados se lograron a través de varios intentos, se hicieron muchas pruebas preliminares, se identificaron los principales problemas, se resolvieron, se volvieron a hacer pruebas, se identificaron y resolvieron problemas cada vez mas detallados hasta que finalmente logramos llegar a un nivel estable y confiable de producción de lechugas y jitomates.

En el área hidropónica se establecieron tres densidades de población de plantas (alta, media y baja), las cuales se plantaron a doble hilera en unidades independientes y obtuvieron distinta cantidad y calidad de fruto.

En una densidad alta de plantas los frutos tienden a ser abundantes en cantidad pero pequeños en tamaño, en una densidad baja de plantas los frutos tienden a ser muy grandes en tamaño, sin embargo muchos de los frutos pequeños que se desarrollan después que se encuentran en la misma zona se secan durante la maduración debido a que los frutos más grandes acaparan los recursos de los otros, finalmente en una densidad media el tamaño y cantidad se balancean, siendo la mejor opción el ponerlos a una distancia media, de aproximadamente 15 cm de separación entre planta y planta, para mejorar el desarrollo en densidad media se debe podar regularmente cada unidad para dejar solamente las mejores partes de cada planta.

Al realizar el análisis estadístico a la producción de fruto, se encontró una diferencia altamente significativa. La densidad de plantas en los cultivos intermedios es la óptima (separación de 15 cm), fue la población en la cual se obtuvo la mayor eficiencia de producción, además la cosecha se dispersa más a lo largo del tiempo lo cual facilita el almacenamiento, consumo y manejo del producto optimizando a su vez la frescura de los frutos.

Para las unidades productoras de lechugas, que fue evaluada para dos densidades diferentes, aumento la variación del peso a mayor densidad de plantas, es posible que la misma se deba a una competencia por luz donde hay plantas que dominan sobre otras en altura viéndose favorecidas. El peso promedio de cada planta libre de raíz y hojas no comerciales se mantiene estable y a máxima capacidad en una densidad media de especímenes (con separación de 15 cm entre plantas), por lo que coincidentemente los resultados definen la densidad media como la mejor para los dos tipos de cultivos.

El cultivo se mantuvo libre de malezas, por medio de deshierbes manuales, la detección de plantas invasoras en casi inmediata y son retiradas antes de que comiencen a acaparar una importante cantidad de recursos y espacio en el sistema.

Se utilizaron al mínimo pesticidas y repelentes, se presentaron problemas en dos ocasiones, en la primera se les dio una lavada con agua y jabón, seguido de un rociado de gas pimienta natural concentrado, la plaga desapareció y el problema fue eliminado, en la segunda ocasión se procedió a la misma operación debido a la presencia de babosas, debido a la temporada y a las plantas cercanas que no cuentan con sistema hidropónico.

La experiencia obtenida en el manejo de los sistemas hidropónicos nos permite tener un mejor panorama en la realización de futuros proyectos, así como en la realización de diseños, formulaciones, automatizaciones, y realizar diversas mejoras que son viables, para mejorar el rendimiento en todas las unidades hidropónicas.

4.2) Producción

Se pueden obtener de 2 a 3 cosechas anuales

El tiempo de cuidado requerido aproximado son normalmente 20 horas por semana, excepto cuando existe un cambio de etapa de desarrollo o se presenta alguna complicación operativa.

En los primeros cinco cortes de frutos, el peso total de frutos fue menor a 5 kg por unidad hidropónica; a partir del 6o corte, el incremento en producción de frutos fue gradual, iniciando con promedios de 6 kg por unidad, alcanzando un máximo total de 8 kg en el 8o corte. A partir del 9o corte de frutos la cantidad y tamaño de frutos cosechados disminuyo considerablemente.

Una vez operando el sistema en buenas condiciones se tiene la siguiente tabla de resultados reales:

Produccion (Kg)							
Unidad	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	Total (Kg)
01	0	0	1	5.5	5.5	3	15
02	0	0	0.5	4	6.5	4.5	15.5
03	0	0	1.5	6	6.5	2	16
04	0	0	0	5	8	2	15
05	0	0	0.5	5.5	6	4	16

En la literatura se pueden encontrar reportes de hasta 7 kg por planta, sin embargo estos reportes han sido realizados en invernaderos bien equipados, cerrados al ambiente y con un mayor costo energético., en producciones como la nuestra que es de equipamiento medio se han logrado obtener 3 kg por planta.

4.3) Ganancias y ventas

Las ganancias se calculan en base a consumo, ya que en el área hidropónica actual no se ha pasado a la etapa de ventas, en parte por la influencia de la adaptación inicial de los especímenes, los cuales fueron de primera generación y su producción no fue tan grande como su adaptación, lo cual es bastante valioso para los próximos cultivos que contarán con mayores probabilidades de aumentar su capacidad de producción.

El flujo de efectivo en base y la ganancia neta a lo largo del tiempo se muestra en la siguiente tabla:

Ganancia Neta (\$)							
Unidad	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	Total (\$)
01	0	0	22	121	121	66	330
02	0	0	11	88	143	99	341
03	0	0	33	132	143	44	352
04	0	0	0	110	176	44	330
05	0	0	11	121	132	88	352

Se guardaron además 3 lotes completos de semillas para la próxima cosecha, las cuales tienen un mayor grado de adaptabilidad, produciendo una maduración más rápida de los especímenes así como un incremento en la cantidad y calidad de los frutos, y de las plantas completas en general.

4.4) Discusión

Para mantener la eficiencia térmica dentro de las áreas de cultivo, estas no deben ser mayores a 6 X 18 m, ya que de hacerlos más grandes, las distancias de separación impiden un correcto control de la temperatura y humedad dentro de las áreas, en el caso de querer ampliar la escala de producción deben realizarse diseños con mayor número de equipos y modificaciones, como por ejemplo la instalación de humidificadores, filtros especiales, ventiladores de alto rendimiento, andamios, pasillos y si en verdad es muy grande el tamaño, un medio de transporte dentro de las instalaciones.

Los resultados han sido expresados en términos de producción local y deba realizarse una actualización de las tasas del mercado para poder especificar en una tasa anual equivalente los valores reales y actualizados de los flujos de efectivo.

La hidroponía requiere cuidados especiales, las estadísticas de producción y expectativas deben modificarse para concordar con los resultados reales y específicos que se obtienen en cada una de las áreas de producción hidropónica instaladas.

Estos resultados aún pueden optimizarse, sin embargo son lo suficientemente satisfactorio para continuar con la producción y en un futuro cercano una expansión y mejoramiento del área de producción hidropónica.

5) Conclusiones

5.1) Aspectos notables

5.1.1) Aspectos generales

El manejo del invernadero debe ser tal que no se produzcan momentos de estrés para los cultivos. Y para ello hay que conocer las necesidades de los cultivos y poseer una instalación capaz de proporcionarlas, en la medida de lo posible.

Las plantas requieren cuidados especiales en sus estados iniciales conviene establecer un semillero que permita controlar las condiciones ambientales en que las semillas germinen y se puedan cuidar adecuadamente las plántulas hasta la etapa de trasplante.

Es notable el ahorro de agua que se obtiene con esta técnica, opuestamente a lo que muchas personas piensan al ver la disolución nutritiva circular continuamente.

Es necesaria una formación previa del invernadero, que abarque técnicas de manejo, conocimiento de plagas y enfermedades, así como de la fauna auxiliar, es el invernadero el que hace rentable la actividad. De su formación y profesionalidad dependerán las actuaciones y decisiones que afectan al desarrollo de los cultivos.

5.1.2) Cultivador

Los criterios de manejo deben ser exquisitos para permitir a los cultivos que en todo momento estén en óptimas condiciones de desarrollo que permitan un correcto aprovechamiento de la solución nutritiva.

Por ejemplo: ¿Qué sentido tiene el proporcionar a un cultivo en hidroponía una solución nutritiva perfecta, si está a 40 °C y con un 15% de humedad relativa? El cultivo no la tomará, toda vez que se producirá un cierre estomacal y la planta no podrá tomar ni el agua ni los nutrientes.

5.1.3) Técnica

Además la aplicación correcta de la técnica hidropónica permite alcanzar la época de producción sin necesidad de recurrir a 11 tratamientos fitosanitarios, con el consabido problema de la espera de los plazos de seguridad.

Con la técnica desarrollada para nuestras condiciones, es perfectamente factible no tener ningún problema con plagas tan agresivas como la mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum*) en tomate, hasta el punto de permanecer todo el ciclo de recolección sin necesidad de realizar tratamientos fitosanitarios contra ella.

Este es un aspecto que creemos que debe ser considerado, dado el interés de la aplicación de esta técnica de cara a ofertar productos de calidad, exentos de residuos, con medidas de cultivo respetuosas con el medio ambiente.

La producción en NFT exige siempre a los cultivadores mejoramiento técnico, estudio continuo y adaptación a cada zona en específico.

5.2) Operabilidad

El proceso de instalación y pruebas fue relativamente lento y costoso, sin embargo la remuneración de lo invertido es rápida y constante, además este sistema cuenta con una muy grande estabilidad una vez que se mantienen las condiciones de producción y se posee la experiencia necesaria para prevenir y resolver los problemas que se presenten durante el cultivo de los especímenes

En la parte de conclusiones de operación citaremos los principales requisitos y puntos de atención que deben vigilarse constantemente para maximizar la producción en los sistemas hidropónicos, estas recomendaciones están basadas en la experiencia y operación de varios prototipos de unidades y áreas hidropónicas, se han realizado un sinnúmero de modificaciones con el objetivo de minimizar los fallos, los costos y facilitar la operación por parte de los cultivadores.

Así mismo se recomienda la mejor opción para cada uno de los aspectos, la cual debe tomar en cuenta todos y cada uno de los aspectos a considerar, ya que no existe una solución genérica que sea la óptima en todos los casos.

5.2.1) Aislamiento del exterior

Invernaderos multicapa y con ventilación adecuada, dotados de energía eléctrica y control climático, pueden clasificarse zonas por nivel de aislamiento o características climáticas.

Selección de especímenes

Partir de material vegetal adecuado, con características determinadas de tal modo que tengan altas probabilidades de adaptación al lugar donde se realizará el cultivo, se debe trabajar con la mejor calidad de plantas que sea posible.

5.2.2) Sistema de circulatorio de disolución nutritiva

Debemos checar siempre los niveles de llenado del tanque de almacenaje de disolución nutritiva, el funcionamiento de la bomba y la potencia de su cabezal, la programación de los equipos automatizados, la calidad del agua de suministro así como los niveles de pH y conductividad eléctrica.

Se recomienda variar la composición de la disolución nutritiva en función de la etapa de desarrollo en la que se encuentre el cultivo, sin embargo esto debe hacerse con mucho cuidado y con composiciones probadas y confiables, en caso de desconocer las proporciones y modificaciones a la composición deben realizarse pruebas individuales que no puedan llegar a comprometer la producción completa del área hidropónica.

Así mismo se recomienda tener un tanque de almacenamiento de agua de suministro, en caso de que el suministro externo se interrumpa, además el tanque de almacenamiento puede ser equipado con una lámpara ultravioleta para mantener estéril el agua de suministro.

5.2.3) Sustrato, filtración y drenaje

Elección adecuada del sustrato así como de su disposición (saco o contenedor).
Previsión de almacenaje de lixiviados para su reutilización o recirculación.
Control diario de la solución de drenaje.

5.2.4) Versatilidad

Dar entrada a nuevas técnicas, como la aeroponía, técnicas de cultivos flotantes, cultivos tradicionales, el objetivo final es implementar el concepto de lucha integrada y aprovechar al máximo todos los recursos involucrados con la producción agrícola.

Como conclusión final operativa debemos citar que se cuenta con la información y experiencia necesaria para resolver la mayoría de los problemas de operación que se lleguen a dar durante la operación de nuestros sistemas a cualquier escala.

5.3) Mejoras

Durante la realización de este proyecto se llegó a la conclusión de que se puede mejorar en diversos aspectos, así como desarrollar mejores técnicas con el objetivo de mejorar de manera continua:

5.3.1) Presupuesto

Ciertamente en este proyecto se tuvieron dificultades con el presupuesto, ya que en la mayoría de los casos fue escaso, se realizaron muchas actividades de reciclaje y aprovechamiento al máximo de los recursos, concluyentemente con mayor presupuesto, podemos equipar mejor las unidades y el área hidropónica obteniendo mucho mejores resultados en cada cultivo.

5.3.2) Calidad del agua

Se puede mejorar la calidad del agua desde la toma principal o en el tanque de almacenamiento, se puede lograr con un filtro de agua, así mismo podemos instalar una lámpara ultravioleta en el tanque de almacenamiento de agua, lo que nos podría permitir mantener en mejores condiciones la disolución nutritiva circulante (esterilizada), obteniendo un ahorro de agua adicional, ya que la disolución se mantendría estéril en todo momento, la absorción de nutrientes mejora y puede aprovecharse por más tiempo la solución circulante.

5.3.3) Composición de la disolución nutritiva

Se pueden implementar mejoras en cuanto a la composición de la disolución nutritiva, primeramente podemos variarla de acuerdo a la etapa de desarrollo de los especímenes, hasta obtener la mejor composición de disolución para cada etapa, de este modo se maximiza el desarrollo de los especímenes durante toda la cosecha, obteniendo mejores resultados a la hora de la cosecha tanto en cantidad como en calidad.

Así mismo se puede mejorar la disolución variando la composición para cada especie cultivada y sus diferentes etapas de desarrollo, de tal modo que se tenga una formulación específica para cada especie y etapa de desarrollo.

Otra mejora que puede hacerse en cuanto a composición de la disolución es el automatizar los niveles de nutrientes existentes en la disolución mediante sensores específicos, tanques de nutrientes, válvulas con actuador y un controlador lógico que interprete las señales y realice las acciones necesarias para conservar los niveles de nutrientes en el valor óptimo en todo momento.

5.3.4) Aislamiento del exterior

Un aspecto donde se puede mejorar enormemente con ayuda del presupuesto correcto es el aislamiento del área hidropónica, en nuestro caso es adecuado y funciona, sin embargo no es óptimo, debido a que no está completamente sellado, no se cuenta con filtros de aire, el control de la humedad es bajo.

El aislamiento puede optimizarse mediante la construcción de un invernadero traslúcido sólido, también puede utilizarse un invernadero opaco pero equipado con la iluminación suficiente para hacer crecer y producir a nuestros especímenes hidropónicos, el material de las paredes en cualquier caso debe ser preferentemente liso, antiadherente, no tóxico, debe estar equipado con filtros de aire, de preferencia de los que eliminan iones positivos en las corrientes de aire.

Las paredes exteriores del aislamiento deben ser lo suficientemente duras y estar lo suficientemente reforzadas de tal manera que el sistema pueda resistir las corrientes de aire, los cambios de temperatura, lluvias intensas, y sobre todo granizadas fuertes y prolongadas, dichas granizadas son el principal problema a resolver en cuanto a aislamiento del exterior.

5.3.5) Intensidad de radiación

Se puede mejorar la incidencia de radiación solar sobre el área hidropónica, la intensidad de radiación se debe variar a lo largo del día con el objetivo de minimizar los cambios de intensidad de radiación y mantenerla en los niveles adecuados.

La mayoría de las plantas son capaces de soportar grandes cargas de radiación solar, la clorofila es capaz de aprovechar todos los fotones que se le suministre a la planta, sin embargo, las plantas se dañan debido al calentamiento excesivo de las superficies y del aire que las rodea, por lo que debemos regular la cantidad de radiación solar en base a la temperatura ambiental.

La cantidad de calor dentro del área está muy relacionada con los niveles de humedad del área hidropónica, ya que mientras más calor exista en un espacio cerrado con agua, mayor será la cantidad de humedad en el aire, muchas plantas crecen mejor con niveles altos de humedad, sin embargo, en muchos cultivos sobre todo aquellos que no cuentan con un filtro de aire, aumenta la probabilidad de aparición de hongos tanto en las unidades hidropónicas y la humedad en la zona de influencia inmediata, en caso de que se cuente con mucha humedad en el ambiente, debe limpiarse con cloro toda la zona periódicamente en todas las zonas del área hidropónica.

5.3.6) Automatización

La automatización es un aspecto que se pudo haber mejorado bastante, este aspecto es muy importante, ya que al automatizar uno o dos procesos logramos incrementar bastante la productividad de toda el área hidropónica y además aumenta enormemente la confiabilidad del sistema y se reduce igualmente la probabilidad de falla en el cultivo.

El proceso no fue automatizado a gran detalle por falta de presupuesto, debido a que la inversión inicial es bastante alta y requiere realizar algunas modificaciones al lugar, lo cual resulta inconveniente para el usuario, en algunas ocasiones se descuidaron los niveles de pH y conductividad por fallas humanas, lo cual causó decaimiento en la eficiencia de producción del sistema.

Lo primero sería la automatización de los instrumentos de medición, tanto la toma de lectura y su registro, así como realizar las acciones necesarias sobre el riego fertilizador cuando los niveles de la disolución se detecten bajos, debe contarse con un pequeño tanque de disolución concentrada, deberá efectuarse el riego en la proporción correcta y emitir una alarma indicadora, para que posteriormente el cultivador supervise la disolución y la ajuste a los niveles óptimos, en el menor periodo de tiempo posible y el sistema siga operando en las condiciones óptimas.

Así mismo es igualmente importante automatizar el drenaje de disolución nutritiva, ya que esta debe ser reemplazada constantemente para mantener fresca la disolución que corre por el sistema, se deben retirar los sedimentos y debe instalarse un filtro que sea limpiado automáticamente mediante un retro lavado del filtro, la automatización debe comprender el alcance de los niveles de disolución ya que el sistema no puede operar si se queda por debajo de un nivel mínimo de llenado, cuando el dren extraiga líquido, la misma cantidad debe ser repuesta, para conservar los niveles de operación con la nueva disolución fresca.

El control de temperatura y la humedad del ambiente pueden automatizarse, mediante el control de los ventiladores, los humidificadores de aire, calentadores e incluso intercambiadores de calor que enfrien algunas zonas del área hidropónica.

También puede automatizarse la cantidad de radiación solar mediante el posicionamiento programado de capas filtradoras de sol, obteniendo niveles de radiación más constantes, lo que se ve reflejado en una mejor calidad de los frutos.

5.3.7) Disposición de desechos

La disposición de los desechos orgánicos puede mejorarse mediante la organización y producción de composta, en la realización de composta se aprovecha absolutamente toda la materia orgánica y se obtiene abono natural, el cual tiene muchos nutrientes que lo hacen el perfecto mejorador de tierra.

La estrategia más conveniente es integrarlo con cultivos normales de tierra mezclando la tierra que queda después del cultivo convencional con composta alta en nutrientes orgánicos, lo cual permitiría continuar cultivando sin hacer ninguna pausa, incrementando enormemente la eficiencia del cultivo en tierra.

Los cultivos en tierra deben estar en un lugar que satisfaga las necesidades de espacio, lo cual es generalmente fuera del área de cultivo hidropónico, en su defecto y si no existe mucho espacio disponible pueden utilizarse macetas tradicionales, ya sea que se planten especímenes de decoración o se expanda la producción en estas macetas, las cuales tendrán un desarrollo muy similar al de las unidades hidropónicas, siempre y cuando la tierra con nutrientes se esterilice de alguna manera y no propicie el desarrollo de microorganismos no deseables en el sustrato.

Otra opción que es posible, pero no muy económicamente viable es la instalación de una pequeña planta de tratamiento de materia orgánica, la cual permita degradarla por medio de un reactor microbiológico anaeróbico, un reactor aeróbico, filtros varios de telas, de carbón activado, resinas iónicas, así como un tanque con luz ultravioleta para eliminar los microorganismos de los residuos.

Sin embargo la planta de tratamiento de efluentes con materia orgánica no es suficiente para completar el ciclo de los elementos que se quedan en los lodos.

El tratamiento de los lodos que resulten puede hacerse mediante procesos artificiales, separando poco a poco los componentes mediante procesos unitarios de purificación hasta obtener las sales minerales aprovechables para los cultivos hidropónicos lo cual tendría un costo muy elevado y un cierto consumo de energía y recursos que deben ser absorbidos y se verá reflejado en el precio final del producto, la otra opción es integrar dichos lodos activados en la producción de composta, lo cual es un proceso mucho más natural, económico y eficiente en la reutilización y reutilización de todos los componentes orgánicos, que pueden integrarse al cultivo tradicional en tierra o macetas.

5.4) Principales beneficios de la hidroponía

Se obtuvo en conclusión que las ventajas más importantes que podemos mencionar de la hidroponía, en comparación con los cultivos tradicionales son:

5.4.1) Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación

La principal ventaja que se obtiene mediante el uso de la hidroponía es la disminución significativa de parásitos bacterias, hongos y contaminación, debido a que tenemos el control sobre la calidad del agua que se utiliza en la disolución nutritiva, en la mayoría de las ocasiones el agua de riego viene contaminada o con alguna concentración de microorganismos nocivos.

El aislamiento del exterior detiene la mayoría de los agentes externos que pueden causar disminución de producción, sobre todo se puede aislar de insectos voladores, los cuales son la principal causa de baja eficiencia en los cultivos.

Normalmente no se llega al punto de eliminación de todas las amenazas al cultivo, solamente en los invernaderos completamente equipados se puede eliminar casi por completo toda fuente de afectación a los cultivos, los distintos niveles de equipamiento hacen que los cultivos queden mucho más protegidos contra accidentes, plagas, inconveniencias en suministros y posibles ataques humanos.

5.4.2) Reducción de costos de producción.

Al utilizar la hidroponía se reducen enormemente los costos de producción, al inicio aparentemente la inversión inicial es mayor, sobre todo en los conocimientos básicos que se requieren para llevar a cabo correctamente la técnica, pero los beneficios a largo plazo sobre todo en los cultivadores mismos son mucho mayores que en los cultivos tradicionales.

Los costos de producción se disminuyen en la medida de que no se requieren tractores ni ningún tipo de maquinaria agrícola como tractores, rastras, recolectores, fumigadores, segadoras, etc.

Cada cultivo hidropónico puede ser atendido por dos o tres personas, lo cual reduce mucho la cantidad de personal que se requiere para llegar a una producción determinada, además el tiempo de cuidado por día es menor en comparación con los tiempos de cuidado tradicionales, en este sentido las jornadas no solo son menores en tiempo, sino que son más cómodas para los cultivadores, lo cual aumenta la eficiencia de trabajo, ya que cada acción sobre los parámetros del cultivo concentra un gran número de repercusiones en la producción.

El precio de los recibos de agua disminuye mucho con la técnica hidropónica de NFT, debido a que la mayor parte del agua que se suministra es aprovechada por los cultivos, además de que el agua que se drena puede ser utilizada como agua de riego para otros cultivos más resistentes como cactáceas o plantas de ornato de alta resistencia como bambús, enredaderas, etc.

En algo en lo que también se puede ahorrar enormemente es en la cantidad de pesticidas, repelentes, y fungicidas en las plantas, ya que al estar semi-aislado del ambiente, se detienen en gran parte las amenazas externas al cultivo.

Finalmente se ahorra principalmente en el precio del terreno, que en la mayoría de los casos es la parte más costosa del proyecto, sobre todo por las adecuaciones que hay que realizar para realizar adecuadamente el cultivo, ya que normalmente se implementa la hidroponía en lugares ya establecidos previamente, se aprovecha un espacio que normalmente se desperdicia, se cuenta con el aislamiento necesario y vigilancia para evitar ataques humanos, se cuenta con la instalación de los servicios de agua y electricidad que normalmente soportan las modificaciones para la implementación de la hidroponía, se ahorra en el costo de transporte, ya que no es necesario llevar el producto a ningún lugar y se disminuye el número de pérdidas por caducidad casi a cero.

5.4.3) Permite la producción de semilla pre-adaptada

Otra de las mayores ventajas de los cultivos hidropónicos es que uno puede realizar la cruce selectiva de especímenes para potenciar las características más deseables en nuestra producción, al estar aislados se reduce enormemente la probabilidad de cruces no deseadas, mediante el cultivo intensivo y la selección.

De este modo se puede tener una semilla con características muy altas de adaptabilidad a cada sistema en particular, obteniendo especímenes de mucha mejor calidad en comparación con los especímenes comerciales normales, estas semillas pueden ser exportadas a algún otro lugar donde se desee implementar el cultivo hidropónico que disponga de características similares a donde se produjeron las semillas con mayor adaptación.

5.4.4) Independencia de los fenómenos meteorológicos

Al estar aislado el sistema, se obtiene independencia del clima, ya que se cuenta con almacenamiento y suministro constante de agua de buena calidad, en caso de que la temperatura sea muy elevada se puede disipar el calor mediante ventilación e incluso mediante intercambiadores de calor, en caso de lluvia o granizo las plantas no reciben daños físicos ya que el cobertizo frena el impacto de las gotas de lluvia o trozos de granizo, en resumen puede cultivarse bajo cualquier condición climática, pero siempre mediante las modificaciones necesarias para poder controlar los parámetros requeridos para la óptima producción hidropónica.

5.4.5) Permite producir cosechas en contra estación

Si se controla la cantidad de luz que se irradia sobre los especímenes se puede controlar la etapa de desarrollo del cultivo, imitando las condiciones naturales de su ciclo de vida, de tal manera que los especímenes reciban las señales indicadas para cambiar de etapa cuando se requiera. De este modo se pueden obtener hasta 3 cosechas por año, lo cual triplica al menos la productividad del lugar, sin contar con el aumento en calidad y cantidad de frutos.

Al controlar la temperatura se pueden cosechar plantas tropicales en lugares con climas fríos, plantas selváticas en lugares con bajos niveles de humedad ambiental, e incluso plantas endémicas de condiciones muy específicas pueden cultivarse en cualquier lugar que se encuentre debidamente acondicionado.

5.4.6) Menos espacio y capital para una mayor producción

Como ya se mencionó anteriormente se requieren menos recursos para llegar a los mismos niveles de producción, así mismo se mencionó el enorme aumento de productividad en un espacio determinado, lo cual permite una concentración de los medios de producción, el cual puede implementarse a pequeña escala, pero en muchos lugares, obteniendo así una producción total realmente voluminosa.

5.4.7) Limpieza e higiene en el manejo del cultivo

Un aspecto muy importante de la hidroponía es la limpieza que se tiene desde la plantación de semillas hasta la recolección de los frutos, en los sistemas hidropónicos se maximiza la limpieza en todo momento, no solo de los recursos que se utilizan directamente sino también del área hidropónica completa así como su zona de influencia inmediata.

El hecho de maximizar la higiene durante la producción de los cultivos nos permite minimizar los riesgos de infección en los especímenes y así mismo nos permite minimizar el riesgo de que nuestros frutos puedan llegar a causar alguna enfermedad al consumidor, sin embargo no solo se previenen enfermedades, sino que al mantener un alto grado de limpieza se permite a cada planta desarrollarse en mejores condiciones aumentando la capacidad de producción de las unidades hidropónicas, obteniendo invariablemente mejores resultados en cuanto a calidad del producto.

5.4.8) Mayor precocidad de los cultivos

Los cultivos en hidroponía producen más rápidamente que los cultivos tradicionales, por lo que el tiempo de espera para recuperar la inversión se reduce y hace mucho más atractiva la tasa interna de retorno.

La precocidad en los cultivos puede guiarse mediante el control de radiación, humedad y temperatura del área hidropónica, incitando a las plantas a cambiar de estado de desarrollo en base a su programación natural.

5.4.9) Alto porcentaje de automatización

Los cultivos hidropónicos pueden automatizarse casi por completo mediante implementaciones mecatrónicas y sistemas de control de procesos, el objetivo final es que el cultivador realice el menor esfuerzo para obtener una producción con excelentes características de cantidad y calidad.

De igual forma se puede proteger el área hidropónica mediante sistemas contra incendio, falla eléctrica e implementar la seguridad intrínseca de la operación del sistema mediante redundancia de operaciones respecto a las variables que requieran control estricto en el sistema.

Sin embargo debemos resaltar que no existe la automatización total, ya que se está trabajando con especímenes vivos y requiere de conocimiento y criterio el discernir el estado de los especímenes cultivados así como las acciones que deben llevarse a cabo para regresar el sistema a sus niveles de operación óptimos.

5.4.10) Beneficios adicionales de la hidroponía

El cultivar alimentos orgánicos no solo es bueno para la economía y la nutrición, sino también para el desarrollo del ser humano en sociedad, ya que contribuye a que mas personas tengan una alimentación adecuada y tengan una buena calidad de vida.

Se contribuye entre otras cosas a disminuir la cantidad de CO₂ en el aire, teniendo una fuente natural de oxígeno, así como de cargas iónicas que son benéficas para el cuerpo humano, teniendo todo esto cerca de nosotros aumentamos enormemente nuestra calidad de vida.

El cuidar de un invernadero proporciona una oportunidad para desarrollarnos interiormente al conectarnos con la naturaleza, contribuir activamente con la preservación del medio ambiente y proporciona además la inmensa satisfacción de comer los alimentos que hemos producido.

5.5) Conclusiones finales

5.5.1) Enseñanzas de la experiencia

Se llegó hasta la primera cosecha del primer cultivo productivo en forma, primeramente se pasó por una etapa de pruebas ajustes y modificaciones tanto de la técnica como de adaptación de los especímenes, los cuales tuvieron que ser repuestos en muchas ocasiones para poder continuar con el proyecto.

Los resultados obtenidos hasta el momento son muy alentadores, aunque es importante hacer una evaluación técnica con mayor rigor y presupuesto, así como el análisis económico de la producción bajo las condiciones específicas que se presenten en cada caso.

Las unidades hidropónicas son modulares por lo que pueden complementarse hasta alcanzar el límite físico de producción en un espacio determinado, pero no solo se puede aumentar el número de unidades, sino que también se puede aumentar la eficiencia de todas y cada una de ellas.

Otro de los puntos importantes a resaltar es el mantenimiento, el cual no debe omitirse en ninguna ocasión, ya que por ahorrar un poco se puede afectar seriamente al sistema, resultando en pérdidas muy grandes de producción, debe tenerse un calendario de inspección y mantenimiento

para tener todos los componentes en óptimas condiciones y reducir al mínimo la probabilidad de falla del sistema.

5.5.2) Innovación, imprevistos y resolución de problemas

Siempre debe destinarse una parte del presupuesto a imprevistos, para poder resolver rápidamente cualquier problema que se presente ya que de no tenerse en el momento de requerirse puede llegar a ser mucho más caro.

Nos ha parecido adecuado plantear en un futuro nuevas líneas de experimentación, con la finalidad de modernizar el cultivo de jitomate y lechuga, adaptándolo a los tiempos y las necesidades cambiantes a lo largo del tiempo, con objeto de mejorar los resultados técnicos y económicos del cultivo.

Este proyecto seguirá mejorando e implementando la tecnología hidropónica a diversas escalas hasta lograr la auto-sustentabilidad alimenticia del mundo, entonces podremos encargarnos de otro tipo de problemas.

5.5.3) Apreciaciones finales

Este proyecto también propicia la convivencia entre cultivadores, quienes normalmente se comunican, intercambian, organizan, apoyan y mejoran las técnicas de cultivo, los cultivadores hidropónicos no solo son personas con amplios conocimientos, sino que además son conscientes de los efectos que causan con las acciones realizadas, lo cual contribuye enormemente a un cambio de mentalidad en las personas, incluso entre quienes no son cultivadores directamente.

Las conclusiones obtenidas hasta el momento y las consideraciones realizadas por otros cultivadores e invernaderistas que poseen gran experiencia, nos animan a seguir trabajando en este gran proyecto, profundizando más en el tema e implementando las mejoras tanto en ciencia como en tecnología que van surgiendo a lo largo del tiempo.

Este es un proyecto 100% ecológico, rentable, independiente, productivo, terapéutico y además muy sabroso.

6) Bibliografía

- Anderlini, Roberto. 1989. El cultivo del tomate. Guías de agricultura y ganadería. Ediciones Creac, Barcelona.
- Gallo, José. 1979. Cultivo del tomate. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- Iglesias, Pilar. 1988. El libro del tomate. El libro de bolsillo, sección libros útiles. Alianza Editorial, Madrid.
- Rodríguez Rodríguez, R. ; Tabarez Rodríguez, J.; Medina San Juan, J. 1984. Cultivo Moderno del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Sarli, A. 1980. Tratado de Horticultura. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Folquer, F. 1976. El tomate. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Dimitri, M.J. 1978. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. Descripción de las plantas cultivadas. Segundo volumen. 3ª edición. Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires, Argentina.
- Universidad de OSAKA, Japón, JICA, Curso de Horticultura Protegida 1998
- FAO, La Huerta Hidropónica Popular (1996) Manual Técnico
- FAO, La Empresa Hidropónica de Mediana Escala, La técnica de la solución Nutritiva Recirculante (NFT), (1996)
- Espinoza R. P. 1985 – Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponía bajo invernadero. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Resh M. H. Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España
- Sánchez del C.F. y E. Escalante R. 1989 Hidroponia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Alarcon-Vera, 2006. Rangos de pH optimos para distintos cultivos. Dpto. Produccion Agraria (Area Edafologia y Quimica Agricola) - ETSIA. Universidad
- Politecnica de Cartagena. Internet: http://www.infoagro.com/abonos/pH_suelo.htm

- CENID-RASPA. 2003. Agricultura protegida. Libro Tecnico No. 1. Centro Nacional de Investigacion Disciplinaria Relacion-Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. INIFAP. Gomez Palacio, Dgo., Mexico. 111 pp.
- Comision Nacional del Agua (CNA). 2005. Normales climatologicas de estación meteorologica ingenio Mante, Subgerencia Regional Golfo-Norte, Cd. Victoria, Tam., Mexico.
- Klock-Moore, K. A., y T. K. Broschat. 2001. Effect of four growing substrates on growth of ornamental plants in two irrigation systems. Hortotechnology: 11(3) 456-460.
- Marulanda, C. y J. Izquierdo. 2003. La Huerta Hidroponica Popular: Manual Tecnico. Oficina Regional de la FAO para America Latina y el Caribe 3a. Edic. Santiago, Chile. 131 pp.
- Munguia-Lopez J., R. Quezada-Martin, B. Cedeno-Rubalcaba y L. Ibarra-Jimenes. 2006. Evaluacion del consumo de agua en el cultivo de tomate en sustrato y en suelo. Memorias del XXXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. 18-20 de septiembre de 2006, Cd. Victoria, Tam.
- Zuniga-Estrada, L., J. J. Martinez-Hernandez, G. A. Baca-Castillo, A. Martinez-Garza, J. L. Tirado-Torres y J. Kohashi-Shibata. 2004. Produccion de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidroponicas. Agrociencia: 38(2) 207- 218.
- Amma, a., t. (2003). Cultivo sin suelo en la producción de hortalizas bajo cubierta. IDIA XXI.
- Balcaza, Luis. "Análisis de suelos en cultivos intensivos". Boletín Hortícola N° 20.(1998). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP); Unidad de Extensión y Experimentación Adaptativa INTA Gran Bs. As. 52pp.
- Maroto, José. (1989). "Horticultura herbácea especial", 568pp.
- Mallar, Ana (1978). "La lechuga", 61pp.
- CAP. (1997). Estudio De suelos y agua en zona de chacras de Río Gallegos.
- Maroto, José; Gómez, Miguel. y Soria, Baixauli (1999). "La lechuga y la escarola", 242pp.
- Mora, J.; Cibils, A. (2001). Ensayo de rendimiento de lechuga (Lactuca santiva), bajo siembra directa y trasplante, en invernáculo, (Río Gallegos, Santa Cruz).
- Mora, J.; Miserendino, E.; Gea, P.; Paveto D.; Mazonia. (2008). Situación actual de la producción en invernaderos en la provincia de Santa Cruz y Tierra del Fuego